

Yunita Pane
Suhelmi
Antonius M. Simamora
Desi Sri Pasca Sari Sembiring

CONTROL VALVE PADA IRIGASI PERSAWAHAN



Judul Buku :
Control Valve Pada Irigasi Persawahan

Penulis:
Yunita Pane
Suhelmi
Antonius Simamora
Desi Sri Pasca Sari Sembiring

Editor :
Muhammad Arifin M.Pd

Desain Sampul
Rizki Yunida Br Panggabean

Cetakan Pertama ; September 2021
xiv ; 242 hlm; 15 x 23 cm

ISBN: 978-623-6402-40-5
E-ISBN : 978-623-6402-41-2 (PDF)
Penerbit



Redaksi
Jalan Kapten Muktar Basri No 3 Medan, 20238
Telepon, 061-6626296, Fax. 061-6638296
Email; umsupress@umsu.ac.id
Website; <http://umsupress.umsu.ac.id/>
Anggota IKAPI Sumut, No : 38/ Anggota Luar Biasa/SUT/2020
Anggota APPTI (Afiliasi Penerbit Perguruan Tinggi Indonesia)
Anggota APPTIMA (Afiliasi Penerbit Perguruan Tinggi Muhammadiyah Aisyiyah)

HAK CIPTA DILINDUNGI UNDANG-UNDANG

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanis, termasuk memfotocopy, merekam dan dengan sistem penyimpanan lainnya tanpa izin tertulis dari penulis.

DAFTAR ISI

PRAKATA.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I	
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Umum	1
1.2. Sejarah Irigasi	2
1.2.1. Sejarah dan Konteks Reformasi Irigasi di Indonesia	2
1.3. Irigasi.....	5
1.3.1 Tujuan Irigasi Secara Langsung.....	6
1.3.2. Tujuan Irigasi Secara Tidak Langsung.....	6
1.3.3. Analisis Kebutuhan Irigasi.....	10
1.3.4. Irigasi di Indonesia.....	12
1.4. Pengertian Irigasi.....	15
1.5. Jenis – Jenis Irigasi	18
1.6. Perkembangan Irigasi	19
1.7. Jangkauan Ilmu Irigasi.....	19
1.8. Cara Pemberian Air Irigasi.....	20
BAB 2	
JARINGAN IRIGASI.....	21
2.1. Pengertian Jaringan Irigasi	21
2.2. Pengelolaan Irigasi	25
2.3. Tipe – tipe Irigasi	27
2.4. Tingkat – tingkat Jaringan Irigasi	29
2.5 Dampak Pembangunan Irigasi	37
2.6. Perencanaan Jaringan Irigasi.....	39
2.6.1. Neraca Air	39
2.6.2. Banjir Rencana	45
2.6.3. Tata Letak	46
2.6.4. Petak Irigasi.....	47

2.6.5. Petak Ikhtisar	49
BAB 3	
SALURAN.....	51
3.1. Umum	51
3.2. Saluran Irigasi	51
3.2.1. Saluran pembuang	56
3.2.2. Perencanaan	57
3.3. Saluran Pasangan.....	67
3.3.1. Kegunaan saluran pasangan.....	67
3.3.2. Jenis – jenis pasangan.....	68
3.4. Saluran Pembuang.....	69
3.5. Standar Tata Nama.....	71
3.5.1. Daerah Irigasi.....	72
3.5.2. Jaringan Irigasi Primer.....	72
3.5.3. Jaringan Irigasi Tersier.....	73
3.5.4. Jaringan Pembuang	75
3.5.5. Tata Warna Peta.....	75
3.5.4. Defenisi Daerah – daerah Irigasi	78
BAB 4	
CONTROL VALVE	81
4.1. Pengertian Control Valve	81
4.2. Fungsi Dan Karakteristik <i>Control Valve</i> Terminologi83	
4.3. Prinsip Control Valve Pada Cairan	89
4.3.1. Ukuran Valve Untuk Cairan	89
4.3.2. Menentukan Perpipaan Faktor Geometri (F_P) dan Cairan Faktor Pemulihan Tekanan (F_{LP}) Disesuaikan untuk <i>Fitting</i>	91
4.3.3. Menentukan Penurunan Tekanan yang Digunakan untuk Ukuran ($\Delta_{perekat}$)	92
4.3.4. Masalah Sampel Ukuran Cairan.....	93
4.4. Ukuran <i>Control Valve</i> untuk Cairan <i>Kompresibel</i>	98

4.4.1. Menentukan Pemipa-an Faktor Geometri (F_P) Faktor Rasio Penurunan Tekanan (x_{TP}) di <i>Choked Flowwith Attached Fittings</i>	100
4.4.2. Menghitung Koefesien Aliran (C_v).....	102
4.4.3. Masalah Sampel Ukuran Cairan Kompresible No.1.....	102
4.4.4. Masalah Sampel Ukuran Cairan Kompresibel No.2.....	107
BAB 5	
MOBILE SYSTEM.....	111
5.1. Pengantar Dan Pengertian <i>System Mobile</i>	111
5.1.1. Generasi	114
5.1.2. Sistem Global untuk Komunikasi Seluler (GSM).....	126
5.1.4.TDMA Amerika Utara (IS-136 TDMA).....	127
5.1.5.TDMA Diperpanjang (E-TDMA).....	129
5.2. Fungsi Mobile System	135
5.3. Aplikasi Mobile.....	137
5.3.1. Dulu dan Sekarang Aplikasi Selular	137
5.3.2. Penggunaan AplikasiSelular Saat ini	139
5.3.3. Masa Depan Aplikasi Selular	142
5.4. Konsekuensi Bisnis Mobile.....	143
5.4.1. Bisnis <i>Mobile Broadband</i> / Internet.....	144
5.4.2. Pasar Aplikasi Seluler	147
BAB 6	
KRONOLOGIS SEJARAH DAN KEMAJUAN ILMIAH DALAM PENGEMBANGAN TEKNOLOGI SOLAR	
CELL.....	169
6.1. Pendahuluan	169
6.2. Identifikasi parameter kritis dan aspek desain dari sel surya silikon	174
6.3. Aplikasi sistem tenaga surya.....	177
6.4. Bahan fabrikasi untuk solar sel dan panel.....	198

6.5. Teknologi solar terkonsentrasi.....	208
6.6. Perkiraan biaya untuk modul solar, panel, dan sistem.....	215
6.7. Degradasi kinerja sel surya dan mekanisme kegagalan dalam modul surya.....	218
GLOSARIUM.....	229
DAFTAR PUSTAKA.....	237
INDEKS.....	235
TENTANG PENULIS.....	239

PRAKATA

Lahan sawah irigasi saat ini sangat banyak sekali yang masih menggunakan pintu irigasi secara manual dan banyak sekali yang sudah tidak berfungsi dan juga ada yang tidak menggunakan pintu irigasi. Dalam proses aliran air irigasi di persawahan sebaiknya sudah menggunakan pintu irigasi yang secara otomatis dengan menggunakan sumber energi listrik dari *Solar Cell* difasilitasi dengan *mobile sistem* untuk pengendalian air guna mengaliri air kesawah petani yang lokasi persawahannya luas. Dengan adanya lahan irigasi *control valve* ini, maka petani akan bias bertanam padi dengan hasil tiga atau empat kali dalam satu tahun tentunya produksi petani akan meningkat drastis. Bila lahan pasang surut peralatan irigasi dapat difungsikan dengan teknis tertentu, dan akan meningkatkan luas lokasi persawahan irigasi.

Dalam kondisi krisis energi sekarang ini semua berlomba untuk mencari dan memanfaatkan sumber energi alternatif untuk menjaga keamanan ketersediaan sumber energinya. Buku ini sangat mendukung untuk melakukan perancangan irigasi otomatis guna pemberian air yang optimal dilengkapi dengan materi sistem *control* otomatis. Sistem *control* otomatis berfungsi untuk menjaga permukaan air lahan sawah pada level tertentu sesuai kebutuhan tanaman untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi penggunaan air irigasi pada lahan persawahan. Sistem *control* otomatis dapat dibangun dengan memanfaatkan

teknologi digital, dengan sumber Energi *Solar Cell* yang dikendalikan oleh *mobile system*. *Mobile system* dapat mengendalikan lahan irigasi untuk membuka dan menutup laju air irigasi walaupun dengan jarak jauh juga berfungsi sebagai system kendali otomatis untuk menggerakkan system aktuasi tinggi permukaan air di lahan sawah yang dideteksi oleh sensor. Sistem irigasi otomatis dengan sumber energi surya yang difasilitasi dengan control valve dapat dibangun dengan menggunakan panel surya, *handphone*, *control valve* dapat beroperasi 24 jam tanpa pengawasan oleh operator.

Dengan menggunakan menggunakan irigasi otomatis, maka petani akan bisa bertanam padi tiga atau empat kali dalam setahun, tentu produksi akan bertambah. Bila lahan tadah hujan pada waktu pasang surut dibuat lahan irigasi dengan teknis tentu, akan meningkatkan luas lahan persawahan irigasi. Oleh karena itu dengan hadirnya buku ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi semua kalangan dan dapat merubah perspektif para pembaca yang ingin menggeluti penggunaan *control valve* pada irigasi persawahan.

Medan, September 2021

Penulis

DAFTAR TABEL

No Tabel	Keterangan	Halaman
3.1	Tinggi jagaan minimum untuk saluran tanah	63
3.2	Lebar minimum tanggul	64
3.3	Tabel Minimum	68
6.1	Kapasitas instalasi photovoltaic surya di dunia	185

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Jaringan Irigasi Sederhana _____	31
Gambar 2.2.	Jaringan irigasi semi teknis _____	33
Gambar 2.3.	Jaringan Irigasi Teknis _____	34
Gambar 3.1.	Saluran irigasi primer di Desa Sei Beras Sekata Kecamatan Sunggal _____	52
Gambar 3.2.	Saluran irigasi Sekunder/Tersier _____	52
Gambar 3.3.	Tipe – tipe potongan melintang saluran pembuang. _____	65
Gambar 3.4.	Tinggi bangunan sadap tersier yang diperlukan _____	67
Gambar 3.5.	Tipe – tipe pemasangan saluran _____	69
Gambar 3.6.	Trase yang akan diukur _____	70
Gambar 3.7.	Tata letak jaringan pembuang _____	70
Gambar 3.8.	Standar sistem tata nama untuk bangunan – bangunan irigasi _____	76
Gambar 3.9.	Standar sistem tata nama untuk skema irigasi _____	77
Gambar 3.10.	Sistem tata nama jaringan pembuang _____	77
Gambar 3.11.	Defenisi daerah –daerah irigasi _____	79
Gambar 4.1.	Loop Kontrol Umpan Balik _____	81
Gambar 4.2.	Control valve Putar _____	83
Gambar. 5.1.	Langganan broadband seluler melampaui broadband tetap pada tahun 2008 _____	139
Gambar.5.2.	Tingkat pertumbuhan semua kategori aplikasi dalam satu tahun ke atas _____	141
Gambar 5.3.	Penjualan Smartphone Global di tahun dan masa depan yang berbeda _____	143
Gambar 5.4.	Penggunaan mobile broadband di wilayah yang berbeda (dari International Telecommunications Union, “Dunia Di 2009: Fakta Dan Angka Ict”, Bisnis Pengembangan Aplikasi Seluler _____	144

Gambar 5.5. Pendapatan penjualan Aplikasi Seluler di tahun yang berbeda dan masa depan _____	146	Gambar. 6.7. Sebuah film tipis panel surya/solar cell. (a) penampang dari sel tipis silikon amorf panel surya yang melibatkan P1, P2, dan P3 laser Scribe pola. (b) biaya peralatan manufaktur sebagai fungsi dari biaya substrat dan ukuran panel surya _____	202
Gambar 5.6. Survei IBM aplikasi perangkat lunak seluler pengembangan _____	147	Gambar 6.8. Kapasitas kumulatif Solar terpasang (MW) untuk berbagai negara _____	205
Gambar 5.7. Pasar aplikasi seluler global _____	148	Gambar. 6.9. Gambar dari berbagai kerugian pada Efisiensi sel _____	210
Gambar 5.8. Dampak iPod pada pengembangan Aplikasi seluler _____	149	Gambar 6.10. Konfigurasi desain sel fotovoltaik menggunakan array nanotube karbon yang mampu menyerap foton masuk dari sinar Matahari _____	223
Gambar 5.9. Kontinum Antara Augmented Reality dan Virtual Reality _____	152		
Gambar 5.10. Simple Marker Augmented Reality _____	155		
Gambar 5.11. Markerless Augmented Reality _____	156		
Gambar 5.12. Pola Kerja Markerless Augmented Reality _____	157		
Gambar 5.13. Simple Marker Augmented Reality _____	160		
Gambar 5.14. Markerless Augmented Reality _____	161		
Gambar 5.15. Pola Kerja Markerless Augmented Reality	163		
Gambar 6.1. Geometri satu dimensi untuk model teoritis sel PV. _____	172		
Gambar 6.2. Aplikasi sel surya sekarang memperhitungkan lebih dari 55 persen dari wafer silikon yang digunakan di seluruh dunia. _____	173		
Gambar 6.3. Rincian arsitektur sel surya menunjukkan (a) diagram skematik dan (b) tampilan penampang sel. _____	176		
Gambar 6.4. Skema satelit berputar menunjukkan lokasi antena dan array surya, serta karakteristik orbit _____	191		
Gambar 6.5. Desain konfigurasi untuk satelit siaran TV yang terdiri dari (a) 12-kW array surya dan (b) array 5 kW surya _____	195		
Gambar 6.6. Teknologi sel surya menunjukkan (a) kapasitas instalasi untuk berbagai bahan dan (b) biaya sel dan efisiensi untuk berbagai bahan sel.	201		

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Umum

Ilmu irigasi adalah ilmu yang mempelajari tentang cara -cara pemberian air bagi daerah yang kering dan membutuhkan air serta cara-cara pembuangan air lebi (drainase). Dalam arti luas irigasi tak terbatas pada bidang pertanian saja, tetapi meliputi juga pemenuhan kebutuhan - yang lain, misalnya kebutuhan kehidupan sehari - hari, perikanan, peternakan.

Irigasi pertanian termasuk perladangan, persawahan, dll. Dengan meningkatnya kemajuan-kemajuan di bidang teknik pertanian, ahli-ahli teknik sipil memerlukan teknik yang lebih tinggi dan lebih sempirna untuk mengimbangnya. Ahli-ahli teknik sipil bertugas untuk merencanakan (*planning* dan *design*), melaksanakan (*constructing*) dan mengatur air (*water management*). Cara - cara pemberian air serta pembuangan air lebih, harus merupakan satu kesatuan perencanaan untuk mengusahakan penggunaan (pemanfaatan) sumber-sumber air (*water resources*) dengan sebaik-baiknya.

Secara khusus irigasi didefenisikan sebagai penggunaan air pada tanah untuk keperluan penyediaan cairan yang dibutuhkan, untuk pertumbuhan tanam-

tanaman. Sedangkan secara umum irigasi didefinisikan sebagai penggunaan air pada tanah untuk setiap jumlah delapan kegunaan berikut ini.

1. Menambah air ke dalam tanah untuk menyediakan cairan yang diperlukan untuk pertumbuhan tanam – tanaman.
2. Untuk menyediakan jaminan panen pada saat musim kemarau yang pendek.
3. Untuk mendinginkan tanah dan atmosfer, sehingga menimbulkan lingkungan yang baik untuk pertumbuhan tanam-tanaman.
4. Untuk mengurangi bahaya pembekuan
5. Untuk mencuci atau mengurangi garam dalam tanah
6. Untuk mengurangi bahaya erosi
7. Untuk melunakkan pembajakan dan gumpalan tanah
8. Untuk memperlambat pertumbuhan tunas dengan pendinginan karena penguapan.

1.2. Sejarah Irigasi

1.2.1. Sejarah dan Konteks Reformasi Irigasi di Indonesia
Pada tahun 1999, perubahan besar terjadi di sektor sumberdaya air di Indonesia, dengan munculnya kebijakan untuk melakukan reformasi sektor sumberdaya air di Indonesia yang didukung oleh Bank Dunia melalui WATSAL. Seperti sudah diungkapkan di atas, ada dua aspek terkait yaitu manajemen sumberdaya air dan manajemen layanan. Kedua aspek tersebut menjadi bagian dari reformasi

sumberdaya air di Indonesia. Salah satu bagian dari dua aspek tersebut adalah reformasi di sektor irigasi. Jika dilihat lebih dalam, reformasi sektor irigasi sudah dilakukan sudah dilakukan sejak tahun 1987. Dengan alasan keterbatasan dana, pemerintah pada tahun 1987 melakukan reformasi kebijakan di sektor irigasi yang dikenal dengan Irrigation Operation and Maintenance Policy (IOMP). Kebijakan tersebut merupakan hasil dari dialog kebijakan (policy dialogue) antara pemerintah Indonesia dan Bank Dunia serta ADB yang tidak lain adalah prakondisi untuk memperoleh dana pinjaman baru di sektor irigasi (Ardi, 2013).

Reformasi kebijakan sektor irigasi yang dibiayai oleh Bank Dunia melalui *The First Irrigation Subsector Project (ISS I)*, *ISSP II*, dan *Java Irrigation and Water Resources Management Project (JIWMP)*, pada intinya memperkenalkan kebijakan baru di sektor irigasi yaitu turnover management, irrigation service fee dan efficient operational dan pemeliharaan . Sebagai bagian dari reformasi pengelolaan irigasi, petani dalam hal ini P3A diharapkan dapat berperan aktif untuk ikut dalam pengelolaan irigasi. P3A merupakan sebuah organisasi pengelola irigasi dibentuk oleh pemerintah sebagai pengganti organisasi pengelola irigasi tradisional seperti UluUlu, Raksa Bumi, Tudung Sipulung dan sebagainya (Ardi, 2013).

Dalam perjalanannya IOMP dianggap gagal, salah satu persoalannya adalah masalah kelemahan manajemen, yang disebabkan fokus pembangunan irigasi lebih berorientasi pada hal-hal yang bersifat teknis dan fisik bangunan irigasi, sedangkan faktor-faktor sosial dan institusional yang bersifat spesifik lokal luput dari perhatian. Kondisi tersebut membawa implikasi pada marginalisasi kemampuan petani dalam mengelola irigasi dan menjadikan P3A sebagai perpanjangan tangan birokrasi pada waktu itu (Ardi, 2013).

Pada tahun 1999 Presiden mengeluarkan Inpres No.9 tahun 1999 tentang Pembaruan Kebijakan Pengelolaan Irigasi (PKPI) yang berisi instruksi kepada Menteri Pekerjaan Umum untuk (1) melakukan koordinasi mempersiapkan kerangka peraturan dan perundangan dan langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk memperbaharui kebijakan pengelolaan irigasi, (2) Pembaruan Kebijakan Pengelolaan Irigasi yang dimaksud meliputi (a) pengaturan kembali fungsi dan tugas lembaga pengelola irigasi, (b) pemberdayaan perkumpulan petani pemakai air (P3A), (c) Penyerahan Pengelolaan Irigasi kepada P3A, (d) Pengaturan Pembiayaan Pengelolaan Irigasi, (e) Keberlanjutan Pengelolaan Sistem Irigasi.

Berdasarkan komponen-komponen tersebut kemudian pemerintah menerbitkan PP No.77 tahun 2001 tentang Irigasi. Terbitnya PP tentang irigasi ini kemudian menjadi polemik ketika pada tahun 2003 pemerintah (Departemen Kimpraswil) mengumumkan “*moratorium*” pemberlakuan PP ini, dengan alasan pada waktu itu masih ada pembahasan soal RUU Sumberdaya Air, pemindahan kewenangan pengelolaan irigasi akan membebani petani terutama petani miskin. Hal ini menimbulkan “kekecewaan” bagi kelompok pendukung PKPI, dengan alasan bahwa pengumuman “*moratorium*” tersebut tidak dilakukan secara tertulis akan tetapi hanya perintah lisan yang disampaikan dalam rapat kerja Kimpraswil atau rapat-rapat internal lainnya dan tidak pernah dalam bentuk bahan tertulis dan menunjukkan bahwa pemerintah ragu-ragu dalam upaya memberdayakan petani. Dan dengan berlakunya UU No.7 tahun 2004 tentang Sumberdaya Air, kebijakan irigasi di Indonesia kembali seperti semula, dimana tanggung jawab pengelolaan dan pemeliharaan jaringan irigasi primer dan sekunder berada di

tangan pemerintah, sedangkan jaringan tersier menjadi tanggung jawab petani (Ardi, 2013).

1.3. Irigasi

Menurut *Peraturan Pemerintah No. 23 tahun 1982* irigasi adalah usaha untuk penyediaan dan pengaturan air untuk menunjang pertanian, dan menurut *Peraturan Pemerintah No. 20 tahun 2006* merupakan usaha penyediaan pengaturan dan pembuangan air irigasi untuk menunjang pertanian yang jenisnya meliputi irigasi permukaan, irigasi rawa, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa, dan irigasi tambak.

Sebagaimana telah diungkapkan, dalam dunia modern ini sudah banyak cara yang dapat dilakukan untuk melakukan irigasi, dan ini sudah berlangsung sejak Mesir Kuno. Irigasi juga merupakan suatu ilmu yang memanfaatkan air untuk tanaman, mulai dari tumbuh sampai masa panen. Air tersebut diambil dari sumbernya, dibawa melalui saluran, dibagikan kepada tanaman yang memerlukan air secara teratur dan setelah air tersebut terpakai, kemudian dibuang melalui saluran pembuang menuju sungai kembali.

Irigasi merupakan usaha untuk mendatangkan air dengan membuat bangunan dan jaringan berupa saluran-saluran untuk mengalirkan air guna keperluan pertanian, membagi-bagikan air ke sawah-sawah atau ladang-ladang dengan cara yang teratur dan membuang air yang tidak diperlukan lagi, setelah air itu digunakan dengan sebaik-baiknya. Oleh karena itu ilmu irigasi sangat penting untuk membuat petani atau rakyat sekitar dapat memanfaatkan sumber air yang ada, sehingga petani dapat meningkatkan kesejahteraan hidupnya.

Maksud irigasi adalah suatu sistem pemberian air ke tanah-tanah pertanian guna mencukupi kebutuhan tanaman agar tumbuh dengan baik. Adapun tujuan pemberian air irigasi adalah :

1.3.1 Tujuan Irigasi Secara Langsung

Membasahi tanah dengan menggunakan air Irigasi bertujuan untuk memenuhi kekurangan air di daerah pertanian pada saat air hujan kurang atau tidak ada sehingga keperluan air untuk mencukupinya perlu di datangkan atau disuplai dari sumber lain dalam hal ini saluran irigasi yang mengambil air dari salah satu sumber air yang ada, agar dicapai suatu kondisi tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman dalam hubungannya dengan presentase kandungan air dan udara diantara butir-butir tanah.

1.3.2. Tujuan Irigasi Secara Tidak Langsung

Adalah pemberian air yang dapat menunjang usaha pertanian melalui berbagai cara antara lain :

a) Membasahi Tanah

Membasahi tanah dengan menggunakan air irigasi bertujuan untuk memenuhi kekurangan air didaerah pertanian pada saat air hujan kurang atau tidak ada sehingga keperluan air untuk mencukupinya perlu didatangkan atau disuplai dari sumber lain dalam hal ini saluran irigasi yang mengambil air dari salah satu sumber air yang ada. Hal ini sangat penting sekali karena kekurangan air yang diperlukan untuk tumbuh dapat mempengaruhi hasil panen tanaman tersebut.

b). Merabuk

Merabuk adalah pemberian air yang tujuannya selain membasahi juga memberikan zat-zat yang berguna bagi tanaman itu sendiri. Unsur-unsur yang diperlukan untuk tanaman agar tumbuh dengan baik adalah : C, O, H, N, P, K, Mg, Ca, S, dan Fe yang keseluruhannya diperoleh baik dari dalam tanah maupun dari air udara. Jadi membasahi dengan air hujan saja tidak cukup karena air hujan saja kurang memiliki zat-zat yang diperlukan untuk tanaman dibandingkan dengan air sungai, tetapi walaupun demikian terlebih dahulu kita wajib menyelidiki apakah air yang digunakan tersebut cocok untuk tanah dan tanaman yang akan kita tanam. Zat-zat yang terkandung dalam air terdapat dalam lumpur yang terbawa oleh air dan larut didalamnya. Oleh karena zat-zat yang terkandung dalam air umumnya tidak banyak, maka untuk mencapai tujuan merabuk ini diperlukan banyak air.

c). Mengatur Suhu

Tanaman dapat tumbuh dengan baik pada suhu yang tidak terlalu tinggi dan juga tidak terlalu rendah, sesuai dengan jenis tanamannya. Menurut hasil percobaan terhadap padi ternyata padi dapat tumbuh dengan baik pada temperatur 33°C s/d 37°C. Pada temperatur 40°C pertumbuhan padi akan terhambat. Dengan demikian suhu merupakan faktor penting dalam pertumbuhan tanaman.

d). Membersihkan tanah/membasmi Hama

Irigasi dengan tujuan ini bermaksud untuk membasmi hama-hama yang berada dan bersarang dalam tanah dan membahayakan bagi tanaman, sehingga pada musim

kemarau sebaiknya sawah ini diberi air agar sifat garamnya hilang.

e). Kolmatase

Kolmatase adalah pengairan dengan maksud memperbaiki atau meninggikan permukaan tanah. Dengan demikian pengairan dengan maksud seperti ini perlu mengairkan air yang banyak mengandung lumpur dan air yang diperlukan meninggikan air tanah kecepatannya perlu diatur agar lumpur yang terbawa hanyut jatuh dan mengendap ditempat yang kita harapkan dan tidak mengendap pada saluran pembawa.

f). Menambah Persediaan Air Tanah

Tujuan ini bermaksud untuk menambah persediaan air tanah untuk keperluan sehari-hari. Biasanya dilakukan dengan cara menahan air disuatu tempat (waduk), sehingga memberikan kesempatan pada air tersebut untuk meresap kedalam tanah yang pada akhirnya dimanfaatkan oleh yang memerlukannya. Adapun manfaat yang dapat kita ambil dari irigasi adalah :

1. Sistem dapat menjamin sepenuhnya persediaan air untuk tanaman
2. Sistem dapat menjamin waktu panen pada saat musim kering.
3. Menjaga suhu tanah agar tetap dingin.
4. Mencuci garam-garam yang berada dalam tanah.
5. Memperkecil resiko rembesan air tanah.
6. Agar tanah lebih mudah dikerjakan pada waktu membajak.

Adapun manfaat dari suatu sistem irigasi, adalah :

1. Untuk membasahi tanah, yaitu pembasahan tanah pada daerah yang curah hujannya kurang atau tidak menentu.
2. Untuk mengatur pembasahan tanah, agar daerah pertanian dapat diairi sepanjang waktu pada saat dibutuhkan, baik pada musim kemarau maupun musim penghujan.
3. Untuk menyuburkan tanah, dengan mengalirkan air yang mengandung lumpur & zat - zat hara penyubur tanaman pada daerah pertanian tersebut, sehingga tanah menjadi subur.
4. Untuk kolmatase, yaitu meninggikan tanah yang rendah/ rawa dengan pengendapan lumpur yang dikandung oleh air irigasi (Rachmad, 2009).

Lahan sawah dengan irigasi teknis yaitu jaringan irigasi dimana saluran pemberi terpisah dari saluran pembuang agar penyediaan dan pembagian air ke dalam lahan sawah tersebut dapat sepenuhnya diatur dan diukur dengan mudah. Biasanya lahan sawah irigasi teknis mempunyai jaringan irigasi yang terdiri dari saluran primer dan sekunder serta bangunannya dibangun dan dipelihara oleh pemerintah. Ciri-ciri irigasi teknis: Air dapat diatur dan diukur sampai dengan saluran tersier serta bangunan permanennya. Lahan sawah yang memperoleh pengairan dari sistem irigasi, baik yang bangunan penyadap dan jaringan-jaringannya diatur dan dikuasai dinas pengairan PU maupun dikelola sendiri oleh masyarakat. Kadar air tanah yang lebih rendah pada tanah sawah yang diolah sempurna disebabkan oleh porositas

tanah lebih tinggi, sehingga kehilangan air lebih banyak (Notohadiprawiro, 1992).

Pengaruh air irigasi pada tanah yang dialirinya dapat bersifat netral, implementer, memperkaya ataupun memiskinkan. Air irigasi bersifat netral yaitu didapatkan pada tanah-tanah yang menerima pengairan dari air yang berasal dan memlalui daerah aliran yang memiliki jenis tanah yang sama dengan tanah yang dialiri. Sifat suplementer dijumpai pada tanah yang telah kehilangan unsur-unsur hara akibat pencucian dan mendapatkan unsur-unsur hara lain dari air irigasi. Air irigasi bersifat memperkaya tanah apabila kandungan unsur hara akibat dari pengairan lebih besar jumlahnya daripada unsure hara yang hilang karena paen, drainase atau pengairan. Pencucian unsur hara dari permukaan kompleks adsorpsi dan larutan tanah oleh air irigasi bersifat memiskinkan tanah (Suyana, 1999).

1.3.3. Analisis Kebutuhan Irigasi

Saluran irigasi teknis dibangun ditunjukkan dengan adanya sekat sebagai saluran tempat mengalirnta air. Untuk mengatur volume dan kecepatan air, saluran harus dibagi-bagi. Adanya kotoran dan sampah yang tertimbun juga dapat mengganggu aliran air. Saluran air juga dapat membendung jika terjadi banjir sewaktu-waktu (Wirawan,1991).

Analisis kebutuhan air irigasi merupakan salah satu tahap penting yang diperlukan dalam perencanaan dan pengelolaan sistern irigasi. Kebutuhan air tanaman didefinisikan sebagai jumlah air yang dibutuhkan oleh tanaman pada suatu periode untuk dapat tumbuh dan produksi secara normal. Kebutuhan air nyata untuk areal usaha pertanian meliputi evapotranspirasi (ET), sejumlah air yang dibutuhkan untuk pengoperasian secara khusus seperti

penyiapan lahan dan penggantian air, serta kehilangan selama pemakaian. (Sudjarwadi 1990). Kemampuan pengukuran debit aliran sangat diperlukan untuk merancang sistem irigasi serta mengetahui potensi sumberdaya air di suatu wilayah DAS. Debit aliran dapat dijadikan sebuah alat untuk memonitor dan mengevaluasi neraca air suatu kawasan melalui pendekatan potensi sumber daya air permukaan yang ada. Ada 3 Teknik Pengukuran yaitu Teknik pengukuran debit aliran langsung di lapangan pada dasarnya dapat

1. Dilakukan melalui empat katagori (Gordon et.al., 1993):
Pengukuran volume air sungai
2. Pengukuran debit dengan cara mengukur kecepatan aliran dan menentukan luas penampang melintang sungai.
3. Pengukuran debit dengan menggunakan bahan kimia (pewarna) yang dialirkan dalam aliran sungai (substance tracing method).
4. Pengukuran debit dengan membuat bangunan pengukuran debit seperti weir (aliran air lambat) atau flume (aliran cepat).

Saluran irigasi air tanah adalah bagian dari jaringan irigasi air tanah yang dimulai setelah bangunan intake / pompa sampai lahan yang diairi (PP No. 20 tahun 2006). Saluran irigasi terbagi atas 3 jenis yaitu :

- a. Saluran Primer adalah saluran yang membawa air dari jaringan utama ke saluran sekunder dan ke petak-petak tersier yang akan diairi. Petak tersier adalah kumpulan petak-petak kuarter, tiap petak kuarter memiliki

memiliki luas kurang lebih 8 s.d. 15 ha. Sedangkan petak tersier memiliki luas antara 50 s.d. 150 ha.

- b. Saluran Sekunder adalah saluran yang membawa air dari saluran primer ke petak-petak tersier yang dilayani oleh saluran sekunder tersebut.
- c. Saluran Tersier adalah saluran yang membawa air dari bangunan sadap tersier dari jaringan utama ke dalam petak tersier saluran kuarter. Saluran kuarter membawa air dari boks bagi kuarter melalui bangunan sadap tersier atau parit sawah ke petak - petak sawah. (Herliyani, 2012).

1.3.4. Irigasi di Indonesia

Irigasi di Indonesia ini mulai dikembangkan semenjak indonesia tidak mampu lagi mencapai swasembada beras. Awalnya irigasi itu sendiri dianggap penting oleh pemerintah umumnya dan petani sendiri khususnya. Semuanya hanya berpikiran bahwa Indonesia ini adalah Negara yang kaya, makmur, subur serta segalanya mudah sehingga pemikiran untuk jangka panjang tentang ketersediaan pangan pun tak lagi dihiraukan. Pikiran awal petani Indonesia dulu hanyalah keberhasilan panen, dan pemerintah hanya bangga karena saat itu mampu mencapai swasembada beras tanpa harus repot mengupayakan ketersediaan air dilahan (Achmadi, 2013).

Memasuki keadaan seperti sekarang ini, petani mulai mengeluh tentang minimnya ketersediaan air di lahan sawahnya khususnya petani-petani daerah jawa. Atas keluhan tersebut berimbas pada kurangnya minat petani untuk menanam padi lagi. Masalah besar pun jelas terjadi, ketersediaan beras sebagai makanan utama bangsa Indonesia ini pun jadi mulai dikhawatirkan tidak tersedia. Mencapai

swasembada beras pun kini dirasa hanyalah mimpi, keberhasilan era orde baru dianggap hanyalah masa lalu yang tak mungkin terulang lagi (Achmadi, 2013).

Jenis-jenis irigasi di Indonesia adalah :

1. Irigasi permukaan : Mengambil air dari sumber-sumber yang ada, lalu membuat bangunan penangkapnya, kemudian mengalirkannya melalui saluran primer dan sekunder ke petak-petak sawah.
2. Irigasi tambak : Mengatur tata air dari sumber irigasi yang sudah ada melalui system drainase (menahan dan mengairi padi)
3. Irigasi air tanah : Mengambil air tanah kemudian memompa dan mendistribusikannya ke petak-petak sawah.
4. Irigasi pompa : Diutamakan untuk areal persawahan di dataran tinggi (Kholid, 2009).

Berikut ini fungsi irigasi :

1. Memasok kebutuhan air pada tanaman.
2. Menjamin ketersediaan air di musim kemarau.
3. Menurunkan suhu tanah.
4. Mengurangi kerusakan tanah (Sudjarwadi, 1990).

Pemerintah sekarang ini mulai menumbuhkan minat petani untuk kemali berlombalomba menanam padi lagi. Salah satu usaha pemerintah saat ini adalah dengan program Percepatan dan Perluasan Pembangunan Infrastruktur Sumber Daya Air Irigasi Kecil (P4-ISDA-IK). Maksud dan Tujuan dari P4-ISDA-IK adalah menumbuhkan partisipasi

masyarakat tani dalam kegiatan rehabilitasi irigasi kecil sesuai dengan kebutuhan dan berdasarkan prinsip kemandirian agar terlaksananya pemberdayaan dan partisipasi masyarakat tani dalam kegiatan rehabilitasi irigasi kecil dan rehabilitasi terhadap kondisi dan fungsi prasarana irigasi kecil. Program ini merupakan salah satu bentuk harapan pemerintah kepada petani agar mau menjalankan misi Negara dengan mau bersama-sama membangun dan memperbaiki sistem penyediaan air untuk lahan sawah mereka (Wirawan, 1991). Tiga sasaran dari program ini adalah ;

1. Penyediaan air baku.
2. Pengamanan pantai.
3. Perbaikan irigasi kecil (Wirawan, 1991).

Dengan adanya program ini memang dirasa oleh petani sangat menguntungkan, karena ada banyak manfaat yang ditimbulkan dengan adanya program ini, diantaranya yaitu :

1. Air tersedia di lahan.
2. Produksi jauh meningkat.
3. Terjalannya hubungan yang baik antar petani dalam satu kawasan desa.
4. Mengurangi tingkat kemungkinan korupsi oleh pihak pemerintah.
5. Mengurangi dana yang seharusnya dikeluarkan pemerintah (Eko, 2013).

1.4. Pengertian Irigasi

Irigasi adalah semua atau segala kegiatan yang mempunyai hubungan dengan usaha untuk mendapatkan air guna keperluan pertanian. Usaha yang dilakukan tersebut dapat meliputi : perencanaan, pembuatan, pengelolaan, serta pemeliharaan sarana untuk mengambil air dari sumber air dan membagi air tersebut secara teratur dan apabila terjadi kelebihan air dengan membuangnya melalui saluran drainasi.

Secara garis besar, tujuan irigasi dapat digolongkan menjadi 2 (dua) golongan, yaitu : Tujuan Langsung, yaitu irigasi mempunyai tujuan untuk membasahi tanah berkaitan dengan kapasitas kandungan air dan udara dalam tanah sehingga dapat dicapai suatu kondisi yang sesuai dengan kebutuhan untuk pertumbuhan tanaman yang ada di tanah tersebut. Tujuan Tidak Langsung, yaitu irigasi mempunyai tujuan yang meliputi : mengatur suhu dari tanah, mencuci tanah yang mengandung racun, mengangkut bahan pupuk dengan melalui aliran air yang ada, menaikkan muka air tanah, meningkatkan elevasi suatu daerah dengan cara mengalirkan air dan mengendapkan lumpur yang terbawa air, dan lain sebagainya (Ardi, 2013).

Irigasi didefinisikan sebagai suatu cara pemberian air, baik secara alamiah ataupun buatan kepada tanah dengan tujuan untuk memberi kelembapan yang berguna bagi pertumbuhan tanaman. Secara alamiah air disuplai kepada tanaman melalui air hujan. Secara alamiah lainnya, adalah melalui genangan air akibat banjir dari sungai, yang akan menggenangi suatu daerah selama musim hujan, sehingga tanah yang ada dapat siap ditanami pada musim kemarau. Ketika penggunaan air ini mengikutkan pekerjaan rekayasa teknik dalam skala yang cukup besar, maka hal tersebut

disebut irigasi buatan. Irigasi buatan secara umum dapat dibagi dalam bagian Irigasi Pompa, dimana air diangkat dari sumber air yang rendah ke tempat yang lebih tinggi, baik secara mekanis maupun manual. Irigasi Aliran, dimana air dialirkan ke lahan pertanian secara gravitasi dari sumber pengambilan air. Sesuai dengan definisi irigasinya, maka tujuan irigasi pada suatu daerah adalah upaya rekayasa teknis untuk penyediaan dan pengaturan air dalam menunjang proses produksi pertanian, dari sumber air ke daerah yang memerlukan serta mendistribusikan secara teknis dan sistematis.

Adapun manfaat dari suatu sistem irigasi, adalah :

1. Untuk membasahi tanah, yaitu pembasahan tanah pada daerah yang curah hujannya kurang atau tidak menentu.
2. Untuk mengatur pembasahan tanah, agar daerah pertanian dapat diairi sepanjang waktu pada saat dibutuhkan, baik pada musim kemarau maupun musim penghujan.
3. Untuk menyuburkan tanah, dengan mengalirkan air yang mengandung lumpur & zat - zat hara penyubur tanaman pada daerah pertanian tersebut, sehingga tanah menjadi subur.
4. Untuk kolmatase, yaitu meninggikan tanah yang rendah / rawa dengan pengendapan lumpur yang dikandung oleh air irigasi (Rachmad, 2009).

Lahan sawah dengan irigasi teknis yaitu jaringan irigasi dimana saluran pemberi terpisah dari saluran pembuang agar penyediaan dan pembagian air ke dalam lahan sawah tersebut dapat sepenuhnya diatur dan diukur dengan mudah.

Biasanya lahan sawah irigasi teknis mempunyai jaringan irigasi yang terdiri dari saluran primer dan sekunder serta bangunannya dibangun dan dipelihara oleh pemerintah.

Ciri-ciri irigasi teknis: Air dapat diatur dan diukur sampai dengan saluran tersier serta bangunan permanennya. Lahan sawah yang memperoleh pengairan dari sistem irigasi, baik yang bangunan penyadap dan jaringan-jaringannya diatur dan dikuasai dinas pengairan PU maupun dikelola sendiri oleh masyarakat. Kadar air tanah yang lebih rendah pada tanah sawah yang diolah sempurna disebabkan oleh porositas tanah lebih tinggi, sehingga kehilangan air lebih banyak (Notohadiprawiro, 1992).

Pengaruh air irigasi pada tanah yang dialirinya dapat bersifat netral, implementer, memperkaya ataupun memiskinkan. Air irigasi bersifat netral yaitu didapatkan pada tanah-tanah yang menerima pengairan dari air yang berasal dan memlalui daerah aliran yang memiliki jenis tanah yang sama dengan tanah yang dialiri.

Sifat suplementer dijumpai pada tanah yang telah kehilangan unsur-unsur hara akibat pencucian dan mendapatkan unsur-unsur hara lain dari air irigasi. Air irigasi bersifat memperkaya tanah apabila kandungan unsur hara akibat dari pengairan lebih besar jumlahnya daripada unsure hara yang hilang karena paen, drainase atau pengairan. Pencucian unsur hara dari permukaan kompleks adsorpsi dan larutan tanah oleh air irigasi bersifat memiskinkan tanah (Suyana, 1999).

1.5. Jenis - Jenis Irigasi

Pada prakteknya ada 4 (empat) jenis irigasi ditinjau dari cara pemberian airnya :

1. Irigasi Grafitasi (*Gravitational Irrigation*)

Irigasi grafitasi adalah irigasi yang memanfaatkan gaya tarik grafitasi untuk mengalirkan air dari sumber ketempat yang membutuhkan, pada umumnya irigasi ini dapat digunakan di Indonesia meliputi irigasi genangan liar, irigasi genangan dari saluran, irigasi alur dan gelombang.

2. Irigasi Bawah Tanah (*Sub Surface Irrigation*)

Irigasi bawah tanah adalah irigasi yang pemberian air dibawah permukaan tanah dilakukan menggunakan pipa (tiles) yang ditanamkan kedalam tanah dan penyuplaian air langsung ke daerah akar tanaman yang membutuhkannya melalui aliran air tanah. Dengan demikian, tanaman yang diberi air lewat permukaan tetapi dari bawah permukaan dengan mengatur muka air tanah.

3. Irigasi Siraman (*Sprinkler Irrigation*)

Pada irigasi ini pemberian airnya dengan cara penyiraman mencakup *oscillating sprinkler* dan *rotary sprinkler*, semuanya juga disebut *overhad irrigation* karena air diberikan atau disiramkan dari atas seperti air hujan. Pemberiaan air dengan penyiraman sangat efisien. Pada tanah bertekstur kasar, efisiensi pemakaian air dengan penyiraman dua kali lebih tinggi dari pemberian air permukaan.

4. Irigasi Tetesan (*Trickler Irrigation*)

Pada irigasi tetes, air diberikan dalam kecepatan yang rendah disekitar tanaman menggunakan *emitter*. Pada pemberiaan air dengan penyiraman dan irigasi tetes, kedalam air pengairan, dapat ditambahkan pestisida atau pupuk.

1.6. Perkembangan Irigasi

Seperti diketahui, penduduk dunia meningkat terus, ini berarti kebutuhan makanan dan bahan - bahan serabut masyarakat juga akan meningkat. Pengetahuan tentang irigasi akan ditantang untuk mencari penyelesaian masalah kebutuhan makanan dan bahan - bahan serabut tersebut.

Tanah yang tandus menjadi sangat produktif apabila ada air irigasi. Produktivitas tanah yang sekarang menghasilkan makanan dan bahan - bahan serabut yang mengandalkan curah hujan alamiah, secara umum dapat ditingkatkan secara berlipat dengan penggunaan teknik irigasi yang memadai. Waduk yang paling besar, saluran terpanjang, terowongan serta siphon yang paling mahal masih akan dibangun, sepanjang jumlah penduduk setiap dekade selalu meningkat, kebutuhan lebih lanjut untuk penggunaan air untuk irigasi juga akan meningkat.

1.7. Jangkauan Ilmu Irigasi

Ilmu irigasi tidak hanya terbatas kepada penggunaan air pada tanah. Jangkauan ilmu irigasi meliputi daerah aliran, sampai ke tanah pertanian dan pada saluran drainase. Daerah aliran menghasilkan air irigasi, sungai membawa air manajemen dan penyaluran air, dan masalah drainase yang timbul akibat pelaksanaan irigasi semuanya adalah pekerjaan ahli irigasi.

Pengamatan sebagian dari suatu sistem irigasi tanpa mempertimbangkan komponen masing - masing akan mengarah ke perencanaan yang gagal dan persiapan yang tidak memadai. Karakteristik daerah aliran dan sungai termasuk keadaan tumbuh - tumbuhan dan kemampuan tanah dan lapisan bawah tanah menyimpan air, seluruhnya penting pengaruhnya terhadap hasil dari air irigasi.

1.8. Cara Pemberian Air Irigasi

Untuk mengalirkan dan membagi air irigasi dikenal 4 cara utama:

- a. Pemberian air irigasi lewat permukaan tanah, yaitu pemberian air irigasi melalui permukaan tanah.
- b. Pemberian air irigasi melalui bawah permukaan tanah, yaitu pemberian air irigasi yang menggunakan pipa dengan sambungan terbuka atau berlubang - lubang yang ditanam 30 - 100 cm dibawah permukaan tanah.
- c. Pemberian air dengan pancaran (sprinkling), yaitu cara pemberian air irigasi dalam bentuk pancaran dari suatu pipa berlubang yang tetap atau berputar pada sumber vertikal. Air dialirkan ke dalam pipa dan areal diairi dengan cara pancaran seperti pemancaran pada waktu hujan. Pemberian air dengan cara pancaran untuk keperluan irigasi semacam ini. Belum lazim digunakan di Indonesia.
- d. Pemberian air dengan cara tetesan (trickle) yaitu pemberian air melalui pipa dimana pada tempat - tempat tertentu diberi perlengkapan untuk jalan keluarnya air, agar menetes pada tanah. Cara Pemberian air irigasi semacam inipun belum lazim di Indonesia.

BAB 2

JARINGAN IRIGASI

2.1. Pengertian Jaringan Irigasi

Air merupakan salah satu faktor penentu dalam proses produksi pertanian. Oleh karena itu investasi irigasi menjadi sangat penting dan strategis dalam rangka penyediaan air untuk pertanian. Dalam memenuhi kebutuhan air untuk berbagai keperluan usaha tani, maka air harus diberikan dalam jumlah, waktu, dan mutu yang tepat, jika tidak maka tanaman akan terganggu pertumbuhannya yang pada gilirannya akan mempengaruhi produksi pertanian (Direktorat Pengelolaan Air, 2010).

Irigasi adalah segala usaha manusia yang berhubungan dengan perencanaan dan pembuatan sarana untuk menyalurkan serta membagi air ke bidang-bidang tanah pertanian secara teratur, serta membuang air kelebihan yang tidak diperlukan lagi. Sebagai suatu ilmu pengetahuan, irigasi tidak saja membicarakan dan menjelaskan metode-metode dan usaha yang berhubungan dengan pengambilan air dari bermacam-macam sumber, menampungnya dalam suatu waduk atau menaikkan elevasi permukaannya, dengan menyalurkan serta membagi-bagikannya ke bidang - bidang tanah yang akan diolah, tapi juga mencakup masalah-

masalah pengendalian banjir sungai dan segala usaha yang berhubungan dengan pemeliharaan dan pengamanan sungai untuk keperluan pertanian (Wirawan, 1991).

Irigasi adalah kegiatan-kegiatan yang bertalian dengan usaha mendapatkan air sawah, ladang, perkebunan dan lain-lain usaha pertanian, rawa-rawa, perikanan. Usaha tersebut utama menyangkut pembuatan sarana dan prasarana untuk membagi-bagikan air ke sawah-sawah secara teratur dan membuang air kelebihan yang tidak diperlukan lagi usaha pertanian. Berdasarkan definisi irigasi maka tujuan dari irigasi adalah sebagai berikut. Tujuan irigasi secara langsung adalah membasahi tanah, agar dicapai suatu kondisi tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman dalam hubungannya dengan presentase kandungan air dan udara di antara butir-butir tanah. Pemberian air dapat juga mempunyai tujuan sebagai bahan pengangkut bahan-bahan pupuk untuk perbaikan tanah (Sudjarwadi 1990).

Irigasi adalah usaha pengadaan dan pengaturan secara buatan, baik air tanah maupun air permukaan untuk menunjang pertanian. Jumlah air yang tepat untuk diberikan ketapak sawah, waktu pemberian dan tersedianya saluran drainase merupakan faktor-faktor yang menentukan keberhasilan tanaman. Air yang dibendung harus dijaga dengan hati-hati dan merupakan jalur masuk dan keluarnya dari petak persawahan akan mempengaruhi kesuksesan hasil panen (Dumairy, 1992).

Saluran irigasi teknis dibangun ditunjukkan dengan adanya sekat sebagai saluran tempat mengalirnya air. Untuk mengatur volume dan kecepatan air, saluran harus dibagi-bagi. Adanya kotoran dan sampah yang tertimbun juga dapat

mengganggu aliran air. Saluran air juga dapat membendung jika terjadi banjir sewaktu-waktu (Wirawan, 1991).

Analisis kebutuhan air irigasi merupakan salah satu tahap penting yang diperlukan dalam perencanaan dan pengelolaan sistem irigasi. Kebutuhan air tanaman didefinisikan sebagai jumlah air yang dibutuhkan oleh tanaman pada suatu periode untuk dapat tumbuh dan produksi secara normal. Kebutuhan air nyata untuk areal usaha pertanian meliputi *evapotranspirasi* (ET), sejumlah air yang dibutuhkan untuk pengoperasian secara khusus seperti persiapan lahan dan penggantian air, serta kehilangan selama pemakaian (Sudjarwadi, 1990).

Kemampuan pengukuran debit aliran sangat diperlukan untuk merancang sistem irigasi serta mengetahui potensi sumberdaya air di suatu wilayah DAS. Debit aliran dapat dijadikan sebuah alat untuk memonitor dan mengevaluasi neraca air suatu kawasan melalui pendekatan potensi sumber daya air permukaan yang ada. Teknik pengukuran debit aliran langsung di lapangan pada dasarnya dapat dilakukan melalui tiga kategori (Gordon et al, 1993):

1. Pengukuran volume air sungai.
2. Pengukuran debit dengan cara mengukur kecepatan aliran dan menentukan luas penampang melintang sungai.
3. Pengukuran debit dengan menggunakan bahan kimia (pewarna) yang dialirkan dalam aliran sungai (*substance tracing method*)

Lahan sawah dengan irigasi teknis yaitu jaringan irigasi dimana saluran pemberi terpisah dari saluran pembuang agar penyediaan dan pembagian air ke dalam lahan sawah

tersebut dapat sepenuhnya diatur dan diukur dengan mudah. Biasanya lahan sawah irigasi teknis mempunyai jaringan irigasi yang terdiri dari saluran primer dan sekunder serta bangunannya dibangun dan dipelihara oleh pemerintah. Ciri-ciri irigasi teknis: Air dapat diatur dan diukur sampai dengan saluran tersier serta bangunan permanennya. Lahan sawah yang memperoleh pengairan dari sistem irigasi, baik yang bangunan penyadap dan jaringan jaringannya diatur dan dikuasai dinas pengairan PU maupun dikelola sendiri oleh masyarakat. Kadar air tanah yang lebih rendah pada tanah sawah yang diolah sempurna disebabkan oleh porositas tanah lebih tinggi, sehingga kehilangan air lebih banyak (Notohadiprawiro, 1992).

Pengaruh air irigasi pada tanah yang dialirinya dapat bersifat netral, *implementer*, memperkaya ataupun memiskinkan. Air irigasi bersifat netral yaitu didapatkan pada tanah-tanah yang menerima pengairan dari air yang berasal dan melalui daerah aliran yang memiliki jenis tanah yang sama dengan tanah yang dialiri. Sifat *suplementer* dijumpai pada tanah yang telah kehilangan unsur-unsur hara akibat pencucian dan mendapatkan unsur-unsur hara lain dari air irigasi. Air irigasi bersifat memperkaya tanah apabila kandungan unsur hara akibat dari pengairan lebih besar jumlahnya daripada unsur hara yang hilang karena paen, drainase atau pengairan. Pencucian unsur hara dari permukaan kompleks adsorpsi dan larutan tanah oleh air irigasi bersifat memiskinkan tanah (Suyana, 1999).

Pemberian air irigasi dari hulu (*upstream*) sampai dengan hilir (*downstream*) memerlukan sarana dan prasarana irigasi yang memadai. Sarana dan prasarana tersebut dapat berupa: bendungan, saluran primer dan sekunder, kotak bagi, bangunan-bangunan ukur, dan saluran tersier serta saluran

tingkat usaha tani (TUT). Terganggunya atau rusaknya salah satu bangunan-bangunan irigasi akan mempengaruhi kinerja sistem yang ada, sehingga mengakibatkan efisiensi dan efektifitas irigasi menjadi menurun. Apabila kondisi ini dibiarkan terus dan tidak segera diatasi, maka akan berdampak terhadap penurunan produksi pertanian yang diharapkan, dan berimplikasi negatif terhadap kondisi pendapatan petani dan keadaan sosial, ekonomi disekitar lokasi (Direktorat Pengelolaan Air, 2010). Irigasi sebagai penggunaan air pada tanah untuk keperluan penyediaan cairan yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanam-tanaman. Penggunaan air dalam hal ini meliputi:

1. Menambah air kedalam tanah untuk keperluan tanaman,
2. Menyediakan jaminan panen, mengurangi bahaya pembekuan,
3. Untuk mencuci atau mengurangi kadar garam dalam tanah,
4. Untuk mengurangi bahaya erosi tanah,
5. Untuk melunakkan pembajakan dari gumpalan tanah

2.2. Pengelolaan Irigasi

Pengelolaan irigasi sebagai usaha pendayagunaan air irigasi yang meliputi operasi dan pemeliharaan, pengamanan, rehabilitasi, dan peningkatan irigasi. Pengelolaan irigasi diselenggarakan dengan mengutamakan kepentingan masyarakat petani dan dengan menempatkan perkumpulan petani pemakai air sebagai pengambil keputusan dan pelaku utama dalam pengelolaan irigasi yang menjadi tanggung jawabnya (Hansen, 1986). Sektor sumber daya air dan irigasi

menghadapi permasalahan investasi jangka panjang dan pengelolaan/manajemen yang semakin kompleks dan menantang.

Oleh karenanya tanpa penanganan yang efektif, hal-hal tersebut akan menjadi kendala bagi pengembangan perekonomian dan tercapainya ketahanan pangan nasional. Kerusakan jaringan irigasi di samping oleh faktor-faktor umur bangunan dan bencana alam, juga disebabkan oleh minimnya penyediaan dana operasi dan pemeliharaan jaringan irigasi. Selain itu bisa juga dipengaruhi oleh kuantitas dan kontinuitas pembagian air irigasi, karena saluran tidak terlewati air dapat terjadi kerusakan. Timbulnya kerusakan jaringan irigasi juga disebabkan adanya faktor perilaku para pengelola irigasi dan masyarakat pengguna air (Hansen, 1986)

Menurut (UU No. 7 tahun 2004 tentang sumber daya air dan PP nomor 20 tahun 2006) tentang irigasi menjelaskan tentang pembagian kewenangan pengelolaan jaringan irigasi berdasarkan luasan areal persawahan yang dilayani oleh jaringan irigasi tersebut, yaitu ; luas areal sampai dengan 1000 Ha merupakan kewenangan Pemerintah Kabupaten, luas areal 1000 - 3000 Ha merupakan kewenangan Pemerintah Provinsi, luas areal diatas 3000 Ha merupakan kewenangan Pemerintah Pusat. Undang-Undang nomor 32 tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah menyatakan bahwa pelaksanaan desentralisasi diberikan keleluasaan kepada daerah untuk menyelenggarakan otonomi daerah dengan prinsip pendekatan pelayanan kepada masyarakat diberbagai bidang termasuk irigasi (Hansen, 1986).

2.3. Tipe - tipe Irigasi

Seperti yang telah dijelaskan diatas irigasi adalah suatu tindakan memindahkan air dari sumbernya ke lahan-lahan pertanian, adapun pemberiannya dapat dilakukan secara gravitasi atau dengan bantuan pompa air. Pada prakteknya ada 4 jenis irigasi ditinjau dari cara pemberian airnya (Hansen, 1986):

- a. Irigasi gravitasi (*Gravitational Irrigation*) Irigasi gravitasi adalah irigasi yang memanfaatkan gaya tarik gravitasi untuk mengalirkan air dari sumber ke tempat yang membutuhkan, pada umumnya irigasi ini banyak digunakan di Indonesia, dan dapat dibagi menjadi: irigasi genangan liar, irigasi genangan dari saluran, irigasi alur dan gelombang.
- b. Irigasi bawah tanah (*Sub Surface Irrigation*) Irigasi bawah tanah adalah irigasi yang menyuplai air langsung ke daerah perakaran tanaman yang membutuhkannya melalui aliran air tanah. Dengan demikian tanaman yang diberi air lewat permukaan tetapi dari bawah permukaan dengan mengatur muka air tanah.
- c. Irigasi siraman (*Sprinkler Irrigation*) Irigasi siraman adalah irigasi yang dilakukan dengan cara meniru air hujan dimana penyiramannya dilakukan dengan cara pengaliran air lewat pipa dengan tekanan (4 -6 Atm) sehingga dapat membasahi areal yang cukup luas. Pemberian air dengan cara ini dapat menghemat dalam segi pengelolaan tanah karena dengan pengairan ini tidak diperlukan permukaan tanah yang rata, juga dengan pengairan ini dapat mengurangi kehilangan air disalurkan karena air dikirim melalui saluran tertutup.

- d. Irigasi tetesan (*Trickler Irrigation*) Irigasi tetesan adalah irigasi yang prinsipnya mirip dengan irigasi siraman tetapi pipa tersiernya dibuat melalui jalur pohon dan tekanannya lebih kecil karena hanya menetes saja. Keuntungan sistem ini yaitu tidak ada aliran permukaan.

Dalam perkembangannya, irigasi dibagi menjadi 3 tipe, yaitu :

1. Irigasi air permukaan
Irigasi air permukaan merupakan tipe irigasi yang telah lama dikenal dan diterapkan dalam kegiatan usaha tani. Dalam tipe irigasi ini, sumber air diambil dari air yang ada dipermukaan bumi, yaitu dari sungai, waduk dan danau di dataran tinggi, pengaturan dan pembagian air irigasi menuju ke petak - petak yang membutuhkan, dilakukan secara gravitatif.
2. Irigasi pompa
Tipe irigasi dengan pompa bisa dipertimbangkan, apabila pengambilan secara gravitatif ternyata tidak layak dari segi ekonomi maupun teknik. Cara ini membutuhkan modal kecil, namun memerlukan biaya eksploitasi dan pemeliharaan yang besar. Sumber air yang dapat dipompa untuk keperluan irigasi dapat diambil dari sungai, misalnya stasiun pompa Karanganyar, Gambarsari dan Pesanggrahan, atau dari air tanah seperti pompa air suplesi.
3. Irigasi pasang surut
Yang dimaksud dengan tipe irigasi pasang surut adalah suatu tipe irigasi yang memanfaatkan pengempangan air sungai akibat peristiwa pasang surut air laut. Areal yang direncanakan untuk tipe irigasi ini adalah arel

yang mendapat pengaruh langsung dari peristiwa pasang surut air laut. Untuk daerah Kalimantan misalnya, daerah ini bisa mencapai panjang 30 km - 50 km, memanjang pantai dan 10 km - 15 km masuk ke darat. Air genangan yang merupakan air tawar dari sungai akan menekan dan mencuci kandungan tanah sulfat masam dan akan dibuang pada saat air laut surut.

2.4. Tingkat - tingkat Jaringan Irigasi

Berdasarkan cara pengaturan, pengukuran aliran air dan lengkapnya fasilitas, jaringan irigasi dapat dibedakan kedalam tiga tingkatan yaitu :

- a. Sederhana
- b. Semi Teknis
- c. Teknis

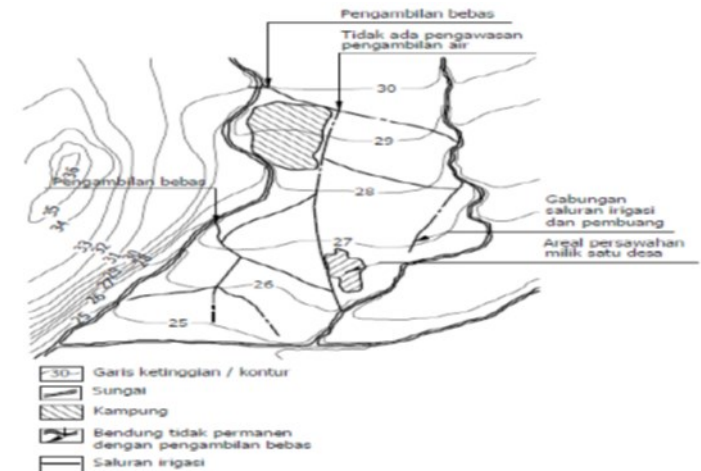
Item	Teknis	Semi Teknis	Sederhana
1. Bangunan utama	Bangunan permanen	Bangunan permanen / semi permanen	Bangunan sementara
2. Kemampuan bangunan dalam mengukur dan mengatur debit	Baik	Sedang	Jelek
3. Jaringan tersier	Saluran irigasi dan pembuang terpisah	Saluran irigasi dan pembuang tidak	Saluran irigasi dan pembuang jadi satu

4. Petak tersier	Dikembangkan sepenuhnya	sepenuhnya terpisah	Belum ada jaringan terpisah yang dikembangkan
5. Efisiensi secara keseluruhan	50 - 60%	40 - 50%	< 40%
6. Luas lahan	Tak ada batasan	Sampai 2000 ha	Tak lebih dari 500 h

a. Irigasi sederhana

Di dalam irigasi sederhana, pembagian air tidak diukur atau diatur, air lebih akan mengalir ke selokan pembuang. Para pemakai air tergabung dalam satu kelompok sosial yang sama, dan tidak diperlukan keterlibatan pemerintah di dalam organisasi jaringan irigasi semacam ini.

Persediaan air biasanya berlimpah dan kemiringan berkisar antara sedang sampai curam. Oleh karena itu hampir - hampir tidak diperlukan lagi teknik yang sulit untuk pembagian air.



Gambar 2.1. Jaringan Irigasi Sederhana

Jaringan irigasi yang masih sederhana ini mudah diorganisasi tetapi memiliki kelemahan-kelemahan yang serius antara lain :

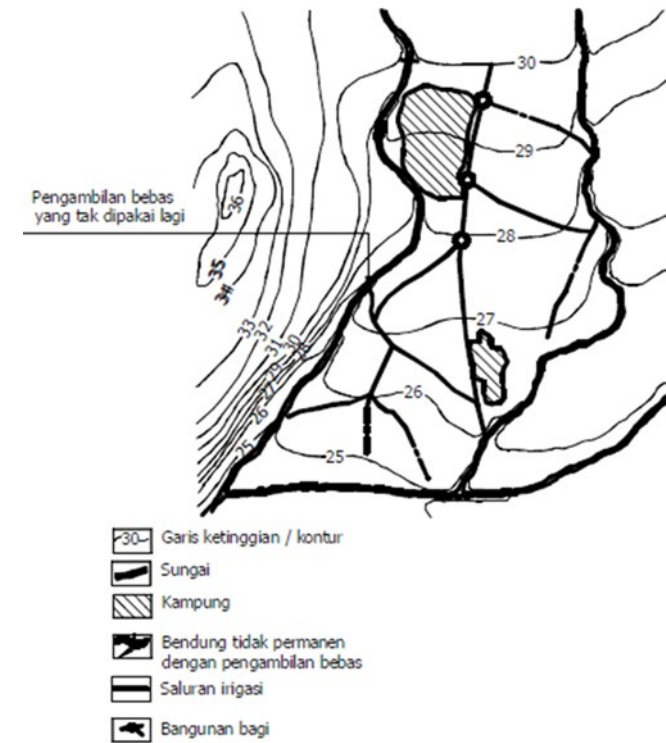
1. Ada pemborosan air, dan karena pada umumnya jaringan ini terletak di daerah yang tinggi, air yang terbuang itu tidak selalu dapat mencapai daerah yang rendah yang lebih subur.
2. Terdapat banyak penyadapan yang memerlukan lebih banyak biaya lagi dari penduduk karena setiap desa membuat jaringan dan pengambilan sendiri - sendiri. Karena bangunan pengelaknya bukan bangunan tetap / permanen, maka umurnya mungkin pendek.

a. Jaringan irigasi semi teknis

Dalam kebanyakan hal, perbedaan satu - satunya antara jaringan irigasi sederhana dan jaringan irigasi semi teknis adalah bahwa yang belakangan ini bendungnya terletak di sungai lengkap dengan pengambilan dan

bangunan pengukur di bagian hilirnya. Mungkin juga dibangun beberapa bangunan permanen di jaringan saluran. Sistem pembagian air biasanya serupa dengan jaringan sederhana (gambar 1).

Adalah mungkin bahwa pengambilan dipakai untuk melayani / mengairi daerah yang lebih luas dari pada daerah layanan jaringan sederhana. Oleh karena itu biayanya ditanggung oleh lebih banyak daerah layanan. Organisasinya lebih rumit dan jika bangunan tetapnya berupa bangunan pengambilan dari sungai, maka diperlukan lebih banyak keterlibatan dari pemerintah, dalam hal ini Departemen Pekerjaan Umum.



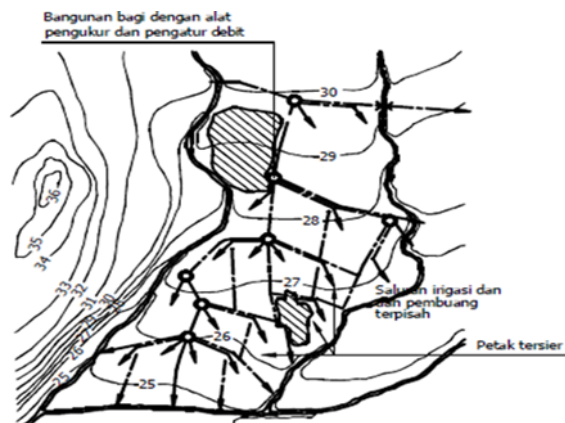
Gambar 2.2. Jaringan irigasi semi teknis

b. Jaringan Irigasi Teknis

Irigasi/pembawa dan saluran pembuang pematas. Ini berarti bahwa baik saluran pembawa maupun saluran pembuang bekerja sesuai dengan fungsinya masing-masing. Saluran pembawa mengalirkan air irigasi ke sawah-sawah dan saluran pembuang mengalirkan kelebihan air dari sawah-sawah ke saluran pembuang. Petak tersier menduduki fungsi sentral dalam jaringan irigasi teknis. Sebuah petak tersier terdiri dari sejumlah sawah dengan luas keseluruhan yang umumnya berkisar antara 50 - 100 ha kadang-kadang sampai 150 ha.

Saluran tersier dan kuarter mengalirkan air ke sawah. Kelebihan air ditampung didalam suatu jaringan saluran pembuang tersier dan kuarter dan selanjutnya dialirkan ke jaringan pembuang sekunder dan kuarter.

Irigasi teknis yang didasarkan pada prinsip-prinsip di atas adalah cara pembagian air yang paling efisien dengan mempertimbangkan waktu-waktu merosotnya persediaan air serta kebutuhan petani. Jaringan irigasi teknis memungkinkan dilakukannya pengukuran aliran, pembagian air irigasi dan pembuangan air lebih secara efisien. Jika petak tersier hanya memperoleh air pada satu tempat saja dari jaringan utama, hal ini akan memerlukan jumlah bangunan yang lebih sedikit di saluran primer, eksploitasi yang lebih baik dan pemeliharaan yang lebih murah. Kesalahan dalam pengelolaan air di petak-petak tersier juga tidak akan mempengaruhi pembagian air di jaringan utama. (Sumber : Departemen PU, Standar Perencanaan Irigasi KP 01, Jaringan Irigasi 39, 2010)



Gambar 2.3. Jaringan Irigasi Teknis

- Garis ketinggian / kontur
- Sungai
- Kampung
- Bendung permanen dengan pengambilan
- Saluran irigasi primer atau Sekunder
- Saluran tersier
- Bangunan bagi
- Bangunan sadap
- Pembuang tersier

Petak tersier menduduki fungsi sentral dalam jaringan irigasi teknis, sebuah petak tersier terdiri dari sejumlah sawah dengan luas keseluruhan yang umumnya berkisar antara 50 – 100 ha, kadang – kadang 150 ha. Petak tersier menerima air disuatu tempat dalam jumlah yang sudah diukur dari suatu jaringan pembawa yang diatur oleh Dinas Pengairan. Pembagian air didalam petak tersier diserahkan kepada para petani. Jaringan saluran tersier dan kuarter mengalirkan air ke sawah. Kelebihan air ditampung didalam suatu jaringan saluran pembuang tersier dan kuarter dan selanjutnya dialirkan ke jaringan pembuang primer.

Jaringan irigasi teknis yang didasarkan pada prinsip – prinsip diatas adalah cara pembagian air yang paling efisien dengan mempertimbangkan waktu – waktu merosotnya persediaan air serta kebutuhan – kebutuhan pertanian. Jaringan teknis memungkinkan dilakukannya pengukuran aliran, pembagian air irigasi dan pembuangan air lebih secara efisien. Jika petak tersier hanya memperoleh air pada suatu tempat saja dari jaringan (pembawa) utama, hal ini akan memerlukan jumlah bangunan yang lebih sedikit di seluruh

primer, *eksploitasi* yang lebih baik dan pemeliharaan yang lebih murah dibandingkan dengan apabila setiap petani diizinkan untuk mengambil sendiri air dari jaringan pembawa.

Kesalahan dalam pengelolaan air di petak – petak tersier juga tidak akan memperoleh pembagian air di jaringan utama. Dalam hal – hal khusus dibuat sistem gabungan (fungsi saluran irigasi dan pembuang digabung), Walaupun jaringan ini memiliki keuntungan – keuntungan tersendiri, kelemahan – kelemahannya juga amat serius sehingga sistem ini pada umumnya tidak akan diterapkan. Keuntungan yang dapat diperoleh dari jaringan gabungan semacam ini adalah pemanfaatan air yang lebih ekonomis dan biaya pembuatan saluran lebih rendah, karena saluran pembawa dapat dibuat lebih pendek dengan kapasitas yang lebih kecil.

Kelemahan – kelemahannya adalah bahwa jaringan semacam ini lebih sulit diatur dan dieksploitasi, lebih cepat rusak dan menampakkan pembagian air yang tidak merata. Bangunan – bangunan tertentu didalam jaringan tersebut akan memiliki sifat – sifat seperti bendung dan relatif mahal.

Untuk selanjutnya hanya irigasi teknis saja yang ditinjau. Bentuk irigasi yang lebih maju cocok untuk dipraktekkan di sebagian besar proyek irigasi di Indonesia.

Dalam suatu jaringan irigasi dapat dibedakan adanya 4 unsur fungsional pokok yaitu :

1. Bangunan – bangunan utama (*headworks*) dimana air diambil dari sumbernya; umurnya sungau atau waduk.
2. Jaringan pembawa berupa saluran yang mengalirkan air irigasi ke petak – petak tersier.

3. Petak – petak tersier sistem pembagian air dan sistem pembuangan kolektif, air irigasi dibagi – bagi dan dialirkan ke sawah – sawah dan kelebihan air ditampung didalam suatu sistem pembuangan didalam petak tersier.
4. Sistem pembuang yang ada diluar daerah irigasi untuk membuang kelebihan air lebih ke sungai atau saluran – saluran alamiah.

2.5 Dampak Pembangunan Irigasi

Secara ringkas Soetomo mencoba memberi pengertian akan dampak yang ditimbulkan oleh suatu pembangunan. Tidak terkecuali pembangunan irigasi yang bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan dibidang ekonomi, menimbulkan dampak kepada ekonomi itu sendiri, aspek sosial dan lingkungan.

a. Aspek Lingkungan

Jaringan irigasi adalah saluran bangunan dan bangunan pelengkap yang merupakan satu kesatuan yang diperlukan untuk pengaturan air irigasi yang mencakup penyediaan, pembagian, pemberian, penggunaan dan pembuangan air irigasi (Direktorat Pengelolaan Air, 2010). Pembangunan jaringan irigasi sangat penting terutama karena Indonesia terletak di wilayah muson tropis. Posisi ini membuat keberadaan air sangat khas, hujan banyak jatuh pada bulan-bulan basah yang berlangsung dalam beberapa bulan. Tingginya curah hujan ini tentu saja mengakibatkan air cenderung berlimpah. Dengan adanya jaringan irigasi, air yang berlimpah ini dapat ditampung, sehingga bias mencegah terjadinya banjir. Selain untuk mencegah

terjadinya banjir, adanya jaringan irigasi juga dapat membantu petani terutama di saat kekeringan. Air yang ditampung saat curah hujan tinggi tersebut dapat disalurkan pada saat musim kemarau, sehingga ketersediaan air bagi tanaman dapat terjamin.

b. Aspek Sosial

Aspek sosial merupakan aspek yang paling menentukan karakteristik dan sifat dari sistem jaringan. Aspek ini tidak hanya berkaitan dengan masalah teknis tetapi seringkali berkaitan dengan masalah tradisi atau bahkan religi/keyakinan. Seperti halnya di daerah Bali yang terkenal dengan sistem irigasi Subak, aturan mengenai hak dan kewajiban anggota didasarkan pada keyakinan mereka serta tidak hanya berkaitan dengan pembagian air irigasi. Akan tetapi juga mengenai upacara-upacara adat yang sudah menjadi kebiasaan atau tradisi turun temurun masyarakat setempat. Dalam perancangan atau pembuatan sistem irigasi juga tidak lepas dari aspek sosial setempat. Setiap daerah mempunyai keunggulan dan ketiadaan sesuatu. Hal ini yang bisa menimbulkan pengaruh karakteristik irigasi yang khas. Seperti sosial masyarakat setempat yang terkenal untuk memanfaatkan batu sungai (batu kali) sebagai salah satu komoditas masyarakat setempat yang mempunyai nilai jual lebih tinggi sehingga penggunaan batu sungai tidak dilakukan pada masyarakat sekitar daerah Muntilan. Mereka lebih memanfaatkan bahan lain yang lebih murah seperti kantong plastik.

c. Aspek Ekonomi

Selain aspek sosial masyarakat setempat, aspek yang tidak bisa lepas dari sistem irigasi adalah aspek ekonomi. Seperti aspek sosial, aspek ini lebih ditekankan pada ekonomi seperti mata pencaharian masyarakat setempat, pendapatan masyarakat serta kebiasaan masyarakat setempat dalam menilai suatu materi, nilai lahan. Pemenuhan kebutuhan irigasi ternyata belum mampu menuntaskan kemiskinan dan meningkatkan kesejahteraan petani. Sejak dilakukan pembangunan hingga saat ini telah terbukti kegagalan-kegagalan dari irigasi untuk meningkatkan kesejahteraan petani. Kalangan petani masih dianggap kalangan bawah dan saat ini kurang diminati oleh generasi muda. Meskipun pada orde baru telah dibangun jaringan irigasi mulai dari waduk hingga saluran-saluran ke lahan pertanian masih banyak persoalan yang selalu menghampiri petani. Perubahan strategi sistem irigasi perlu dilakukan guna meningkatkan pendapatan petani yang merupakan dasar dari aspek ekonomi (Supadmo, 2003).

2.6. Perencanaan Jaringan Irigasi

2.6.1. Neraca Air

a. Umum

Kebutuhan air irigasi diperkirakan dengan maksud menentukan skala final proyek yaitu dengan jelas melakukan analisa sumber air untuk keperluan irigasi. Penimbangan antara air yang dibutuhkan dan debit sungai di air dengan cara menganalisa data yang tersedia (paling tidak selama 25 tahun).

Penghitungan neraca air akan memberi kesimpulan mengenai :

- Jatah debit/kebutuhan air
- Luas daerah irigasi
- Pola tanam
- Pengaturan pemberian air (rotasi)

Dalam penghitungan neraca air, kebutuhan pengambilan yang dihasilkan untuk pola atanam yang dipakai akan dibandingkan dengan debit andalan yang bisa diairi.

Apabila debit sungai melimpah, maka luas daerah proyek irigasi adalah tetap karena luas maksimum daerah layanan (*command area*) dan proyek akan direncanakan sesuai dengan pola tanam yang dipakai. Bila debit sungai tidak melimpah dan kadang – kadang terjadi kekurangan debit, maka ada 3 pilihan :

1. Luas daerah irigasi dikurangi
2. Melakukan modifikasi dalam pola tanam
3. Rotasi teknis/sistem golongan

Kebutuhan air yang dihitung akan meliputi kebutuhan : air minum budidaya ikan, keperluan rumah tangga, pertanian dan industri.

b. Kebutuhan air irigasi

Jenis tanaman pokok di Indonesia yang terkenal untuk menunjang makanan pokok rakyat adalah padi. Hal inilah yang dipakai dasar untuk menentukan dimensi saluran – saluran, menentukan besarnya ukuran bangunan bagi suatu

jaringan irigasi. Kebutuhan air di sawah untuk dipakai padi ditentukan oleh faktor – faktor berikut :

1. Penyiapan lahan
2. Penggunaan konsumtif
3. Perkolasi dan rembesan
4. Perganian lapisan air
5. Curah hujan efektif

Kebutuhan air irigasi dinyatakan dalam mm/hari atau 1 / det/ha

1. Penyiapan lahan untuk padi

Kebutuhan air untuk penyiapan lahan umumnya menentukan kebutuhan maksimum air irigasi pada suatu proyek irigasi. Faktor – faktor penting yang menentukan besarnya kebutuhan air untuk penyiapan lahan adalah :

- a. Lamanya waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan penyiapan lahan, yang tergantung dari tersedianya tenaga kerja dan ternak pengelola atau traktor untuk menggarap tanah. Biasanya diperlukan $\pm 1,5$ bulan untuk penyiapan lahan.
- b. Jumlah air yang diperlukan untuk penyiapan lahan :
 - Untuk penyiapan lahan dan lapisan air awal setelah transplatasi (pemindahan bibit ke sawah) = 250 mm.
 - Untuk tanah berat : 300 mm.
 - Untuk tanah – tanah ringan dengan laju perkolasi yang lebih tinggi, harga – harga kebutuhan air diambil lebih tinggi.

2. Penggunaan konsumtif

Penggunaan konsumtif air oleh tanaman diperkirakan berdasarkan prakiraan empiris, dengan menggunakan data iklim, koefisien tanaman pada tahap pertumbuhan seperti dinyatakan di bawah ini :

$$Etc = Kc \times ETo$$

Dimana : Etc = penggunaan konsumtif, mm/hari

Kc = koefisien tanaman

Eto = Evaporasi tanaman acuan, mm/hari

Evaporasi tanaman adalah evaporasi tanaman yang dijadikan acuan yakni rerumputan pendek.

3. Perkolasi dan rembesan

Laju perkolasi sangat bergantung kepada sifat - sifat tanah. Pada tanah - tanah lempung berat dengan karakteristik pengolahan yang baik, laju perkolasi dapat mencapai 1 - 3 mm/hari. Pada tanah - tanah ringan, laju perkolasi bisa lebih tinggi. Perembesan terjadi akibat meresapnya air melalui tanggul sawah.

4. Penggantian lapisan air

- Setelah pemupukan, usahakan untuk menjadwalkan dan mengganti lapisan air menurut kebutuhan.
- Jika tidak ada penjadwalan semacam itu, lakukan penggantian sebanyak 2 x, masing - masing 50 mm (atau 3,3 mm/hari selama ½ bulan) selama sebulan dan dua bulan setelah transplatasi.

5. Curah hujan efektif

Untuk irigasi padi, curah hujan efektif diambil 70% dari curah hujan minimum tengah bulan dengan periode ulang 5 tahun. Prakiraan kebutuhan air irigasi dibuat sebagai berikut :

- Kebutuhan bersih air di sawah untuk padi (NFR) :

$$NFR = Etc + P - Re + WLR$$

- Kebutuhan air irigasi untuk padi (WRD) : $IR = \frac{NFR}{e}$
- Kebutuhan air irigasi untuk palawija (WRP) : $IR = \frac{ETc - Re}{e}$

Dimana :

Etc = penggunaan konsumtif, mm

P = kehilangan akibat perkolasi, mm/hari

e = efisiensi irigasi secara keseluruhan

Re = curah hujan efektif, mm/hari

WLR = pengganti lapisan air, mm/hari

c. Pengaturan pemberian air (rotasi)

Ada dua cara pengaturan pemberian air :

- Rotasi bebas adalah cara dan waktu penanaman padi yang tidak teratur, dimana pengaturan pemakaian airnya, dijalankan secara bebas dan liar. Cara demikian sangat menyulitkan dalam pengaturan pemberian air. Keuntungan - keuntungan yang diperoleh dari sistem rotasi teknis/sistem giliran adalah :

2. Rotasi teknis adalah penanaman dalam sistem giliran yang diatur pemberian airnya secara baik. Cara ini disebut peraturan golongan atau sistem gilir

a. Dari segi pemakaian air

Berkurangnya kebutuhan pengambilan puncak. Air yang dibutuhkan akan sangat hemat dibanding dengan tanpa giliran. Disini kan timbul angka reduksi dari adanya kebutuhan air sehingga ukuran saluran – saluran / bangunan akan lebih kecil. Maka berarti sangat hemat dalam pemeliharaan maupun pembangunannya.

b. Kebutuhan pengambilan bertambah secara berangsur – angsur pada awal waktu pemberian air irigasi)pada periode penyiapan lahan), seiring dengan main bertambahnya debit sungai kebutuhan pengambilan puncak dapat ditunda.

Hal – hal yang tidak menguntungkan adalah :

- Timbulnya komplikasi sosial
- *Eksplorasi* lebih rumit
- Kehilangan air akibat *eksplorasi* sedikit lebih tinggi, akibatnya lebih sedikit waktu tersedia untuk tanaman kedua
- Daur/siklus gangguan serangga, pemakaian insektisida.

Agar pemakaian air dapat hemat dan mudah pengaturannya maka program penggolongan sebaiknya dijalankan pada satu petak sekunder atau beberapa petak tersier yang bergandengan dan persemaiannya pada satu tersier satu bidang sawah. Pada pokoknya dalam

merencanakan pengaturan golongan harus diusahakan agar tiap – tiap golongan mudah diatur dan hemat airnya.

d. Tersedianya air

Limpasan air sungai (*river run-off*) bulanan rata – rata harus diamati untuk waktu paling tidak 20 tahun agar analisis cukup tepat dan andal. Debit andalan (*dependable flow*) adalah debit minimum sungai untuk kemungkinan terpenuhi , yang sudah ditentukan yang dapat dipakai untuk irigasi. Kemungkinan terpenuhi ditetapkan 80% (kemungkinan bahwa debitsungai lebih rendah dari debit andalan adalah 20%).

Debit andalan ditentukan untuk periode tengah bulanan. Debit minimum sungai dianalisis atas dasar data debit harian sungai. Untuk menentukan kemungkinan terpenuhi atau tidak terpenuhi, debit yang sudah cermati disusun dengan urutan kecil ke besar. Catatan mencapai N tahun, sehingga nomor tingkatan m debit dengan kemungkinan tak terpenuhi 20%, dapat dihitung dengan rumus : $m = 0,20 \times N$.

2.6.2. Banjir Rencana

Banjir rencana adalah debit maksimum di sungai atau saluran alamiah dengan periode ulang (rata – rata) yang sudah ditentukan yang dapat dialirkan tanpa membahayakan proyek irigasi dan stabilitas bangunan – bangunannya. Debit banjir ditetapkan dengan cara menganalisa debit puncak dan biasanya dihitung berdasarkan hasil pengamatan harian tinggi muka air. Untuk keperluan analisis yang cukup tepat dan andal, catatan data yang dipakai harus paling tidak mencakup waktu 20 tahun. Persyaratan ini jarang dipenuhi.

Harga – harga debit rencana sering ditentukan dengan menggunakan metode hidrologi empiris atau analisis dengan menghubungkan banjir dengan harga curah hujan. Metode – metode yang dianjurkan untuk membuat perkiraan debit rencana adalah :

- a. Analisis frekuensi
- b. Metode rasional : - *Melchior* (untuk DAS > 100 km²)
- *Der Weduwer* (untuk DAS < 100 km²)

Metode – metode ini memberikan tidak lebih dari sekedar perkiraan banjir saja. Metode ini harus digunakan dengan hati – hati. Cara terbaik untuk menggunakan metode tersebut adalah menerapkan beberapa metode dan menggunakan harga debit terbesar, atau jika harga – harga ini terlalu ekstrem, maka digunakan harga yang mendekati harga – harga perkiraan lainnya. Metode lain dapat dipakai jika tidak tersedia data topografi, curah hujan dan data banjir.

2.6.3. Tata Letak

Perencanaan tata letak pendahuluan dibagi atas 2 tahapan :

Tahap 1 :

Mencakup perancangan semua prasarana yang diperlukan untuk irigasi berdasarkan peta topografi dengan skala 1 : 25000 dan 1 : 5000. Pada tahapan ini ditentukan lokasi saluran pembuang, jalan kampung dan daerah – daerah yang tidak dapat diairi, penentuan tata letak pendahuluan jaringan pembuang primer, menentukan saluran sekunder, batas petak, bangunan, sedang, batas – batas petak tersier, dll.

Tahap II :

Mencakup penyesuaian dari hasil – hasil tahap I dengan jalan melakukan pengukuran topografi, penyelidikan geoteknik dan sebagainya.

2.6.4. Petak Irigasi

Untuk menghubungkan bagian – bagian dari suatu jaringan irigasi dibuat suatu peta yang biasanya disebut peta petak. Peta petak ini dibuat berdasarkan peta topografi yang dilengkapi dengan garis – garis kontur dengan skala 1 : 25000. Peta petak detail, dipakai untuk perencanaan dibuat dengan skala 1 : 5000 dan untuk petak tersier 1 : 2000.

Peta petak tersier memperlihatkan :

- bangunan – bangunan utama
- jaringan dan trase saluran irigasi
- petak – petak primer, sekunder dan tersier
- lokasi bangunan
- batas – batas daerah irigasi
- jaringan dan trase jalan
- daerah – daerah yang tidak diairi (desa – desa)
- daerah – daerah yang tidak dapat diairi (tanah jelek, terlalu tinggi tempatnya, dsb).

Umumnya petak irigasi dibagi atas 3 bagian :

- a. Petak primer

Terdiri dari beberapa petak sekunder, yang mengambil air langsung dari saluran primer. Petak primer yang dilayani oleh satu saluran primer yang mengambil airnya langsung dari sumber air, biasanya sungai. Proyek - proyek irigasi tertentu mempunyai dua saluran primer. Ini menghasilkan dua petak tersier. Daerah disepanjang saluran primer sering tidak dapat dilayani dengan mudah dengan cara menyadap air dari saluran sekunder. Apabila saluran primer melewati sepanjang garis tinggi daerah saluran primer yang berdekatan harus dilayani langsung dari saluran primer.

b. Petak sekunder

Terdiri dari beberapa petak tersier yang kesemuanya dilayani oleh satu saluran sekunder, biasanya petak sekunder menerima air dari bangunan bagi yang terletak di saluran primer atau sekunder. Batas - batas petak sekunder pada umumnya berupa tanda - tanda topografi yang jelas, seperti misalnya saluran pembuang. Luas petak sekunder bisa berbeda - beda, tergantung pada situasi daerah. Saluran sekunder sering terletak dipunggung medan mengairi kedua sisi aliran sehingga saluran pembuang yang membatasinya. Saluran sekunder boleh juga di rencana sebagai saluran garis tinggi yang mengairi lereng - lereng medan yang lebih rendah saja.

c. Petak tersier

Perencanaan dasar yang berkenaan dengan unit tanah adalah petak tersier. Petak ini menerima air irigasi yang dialirkan dan diukur pada bangunan sadap (*off take*) tersier yang menjadi tanggungjawab Dinas Pengairan. Bangunan sadap tersier mengalirkan airnya ke saluran tersier. Di petak tersier pembagian air, eksploitasi dan pemeliharaan menjadi tanggung jawab para petani yang bersangkutan, dibawah

bimbingan pemerintah. Ini juga menentukan ukuran petak tersier. Petak yang kelewat besar akan mengakibatkan pembagian air menjadi tidak efisien. Faktor - faktor penting lainnya adalah jumlah petani dalam satu petak, jenis tanaman dan topografi. Di daerah - daerah yang ditanami padi, luas petak yang ideal adalah 50 - 100 ha, kadang - kadang sampai 150 ha.

Petak tersier harus mempunyai batas - batas yang jelas, seperti misalnya parit, jalan, batasdesa dan lain - lain. Petak tersier dibagi menjadi petak - petak kuartier, masing- masing seluas kurang lebih 8 - 15 ha. Apabila keadaan topografi memungkinkan, bentuk petak tersier sebaiknya bujur sangkar atau segi empat untuk mempermudah pengaturan tata letak dan memungkinkan pembagian air secara efisien. Panjang saluran tersier sebaiknya kurang dari 1500 m, tetapi dalam kenyataannya kadang mencapai 2500m, panjang saluran kuartier lebih baik di awah 500m, tetapi dalam kenyataan sampai 800 m.

2.6.5. Petak Ikhtisar

Peta ikhtisar adalah cara penggambaran berbagai macam bagian dari suatu jaringan irigasi yang saling berhubungan. Peta ikhtisar tersebut dapat dilihat pada peta tata letak.

Peta ikhtisar irigasi tersebut memperlihatkan :

1. Bangunan-bangunan utama
2. Jaringan dan trase saluran irigasi
3. Jaringan dan trase saluran pembuang
4. Petak-petak primer, sekunder dan tersier

5. Lokasi bangunan
6. Batas-batas daerah irigasi
7. Jaringan dan trase jalan
8. Daerah-daerah yang tidak diairi (misal desa-desa)
9. Daerah-daerah yang tidak dapat diairi (tanah jelek, terlalu tinggi dsb).

BAB 3

SALURAN

3.1. Umum

Di dalam jaringan irigasi, saluran dibedakan atas :

1. Saluran irigasi :

Berfungsi untuk menghantar air dari tempat pengambilan air/ bangunan sadap atau sumber air, dibawa ke tempat yang akan diairi/sawah.

2. Saluran pembuang

Berfungsi untuk mengalirkan air yang telah terpakai atau air yang berlebihan didaerah irigasi, untuk selanjutnya dibuang kesungai terus ke laut.

3.2. Saluran Irigasi

Irigasi atau jaringan irigasi adalah saluran, bangunan, dan bangunan pelengkap yang merupakan satu kesatuan yang diperlukan untuk penyediaan, pembagian, pemberian, penggunaan, dan pembuangan air irigasi. Menurut pengelolaannya saluran irigasi dibagi menjadi 3 bagian, yaitu :

a. Jaringan Saluran irigasi utama



Gambar 3.1. Saluran irigasi primer di desa sei beras Sekata Kecamatan Sunggal (Sumber : Yunita Pane,2021)

Saluran primer membawa air dari jaringan utama ke saluran sekunder dan kepetak – petak tersier yang diairi. Batas ujung saluran primer adalah pada bangunan bagi yang terakhir.

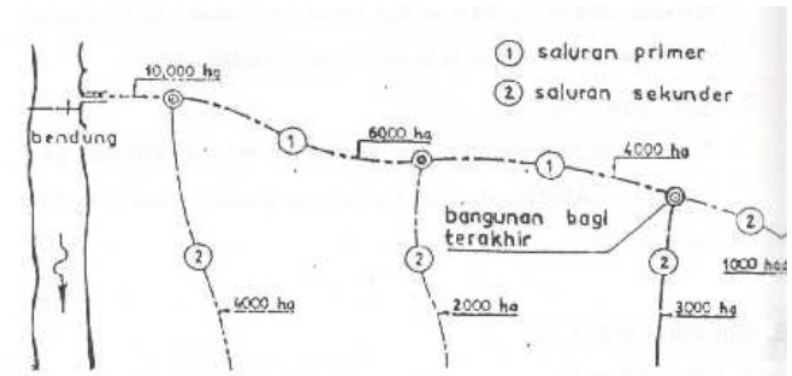


Gambar 3.2. Saluran irigasi Sekunder/Tersier (Sumber,Wirawan ,1991)

Saluran sekunder membawa air irigasi dari sumber lain (bukan sumber yang memberi air pada bangunan utama proyek) ke jaringan irigasi primer



Gambar 3.3. Saluran irigasi Sekunder/Tersier (Sumber,Yunita Pane,2021)



Saluran muka tersier membawa air dari bangunan sadap tersier ke petak tersier yang terletak di seberang petak tersier lainnya. Saluran ini termasuk dalam wewenang dinas irigasi dan oleh karena itu pemeliharannya menjadi tanggungjawabnya.

b. Jaringan saluran irigasi tersier

- Saluran tersier membawa air dari bangunan sadap tersier di jaringan utama kedalam petak tersier lalu

ke saluran kuarter. Batas ujung saluran ini adalah lolos bagi kuarter yang terkahir.

- Saluran kuarter membawa air dari lolos bagi kuarter melalui bangunan sadap tersier atau parit sawah ke sawah – sawah.

Prinsip-prinsip dalam penataan jaringan pemberi air pengairan (irigasi) dapat dikemukakan sebagai berikut :

1. Sistem irigasi bagi lahan pertanian yang terdiri dari jaringan irigasi utama dan jaringan irigasi tersier, harus berada pada tempat tertentu pada lahan-lahan yang letaknya lebih tinggi dari lahan dari letak lahan pertanian.
2. Sistem irigasi harus ditata sependek atau sesingkat mungkin dan dengan demikian dapat tercegah berkurangnya tekanan aliran air dan air pengairannya selama dalam perjalanan dikarenakan hal-hal yang tidak terduga dan dengan pendek/singkatnya jarak tatanan sistem irigasi tersebut, maka di samping sarana-sarana pembagi air pengairan dapat dibangun seekonomis mungkin juga daya penyampaiannya dapat terjamin.
3. Jaringan irigasi utama dan jaringan irigasi tersier sebaiknya dibangun sejalan mengikuti garis kontur atau mendekati ke arah itu terutama untuk maksud memperoleh ketinggian terjunan aliran air yang cukup menambah tekanan aliran air selanjutnya, sehingga air pengairan dapat mencapai lahan pertanian yang lebih
4. Saluran-saluran tersier harus mampu mengalirkan air dengan cukup ke petakpetak tersier, dalam hal ini

untuk pesawahan harus mampu melakukan penggenangan (*flooding*).

5. Pembangunan tanggul-tanggul di kedua tepi saluran tersier ataupun kuarter sebaiknya tidak terlalu tinggi agar dengan demikian air permukaan pada saluran-saluran dapat mudah dilimpahkan keareal pertanian yang akan diberi air.
6. Saluran pembuang air pengairan dari petak-petak pertanian yang airnya telah dimanfaatkan untuk *flooding* (penggenangan) ataupun *furrowing* (penyaluran) hendaknya dibuat sedemikian rupa agar dapat berfungsi dengan lancar, karena kalau saluran-saluran pembuang itu tidak berfungsi dengan baik ataupun pembuatannya diabaikan, banyak kemungkinan terjadinya kejenuhan pada air di petak-petak pertanian (Wirawan,1991).

Disamping itu dapat terjadi peluapan mengingat masuknya air secara terus menerus sedang pembuangannya sangat sulit atau tidak ada, lebih-lebih kalau permeabilitas air pengairan di lahan-lahan/petak-petak pertanian tersebut sangat minim. Saluran pembuang air ini adalah lebih baik kalau berhubungan dengan saluran pembuang yang alami (sungai, celah-celah jurang, dan sebagainya) atau dibuat khusus tergantung pada keadaan lahan setempat dan kepentingannya. Prinsip fundamental diatas seharusnya diterapkan pada sistem jaringan pengairan yang dipilih atau digunakan (Notohadiprawiro, 1992).

Sekian banyak sistem jaringan pengairan system yang sering digunakan adalah sistem random dan sistem paralel.

- a. Sistem random jaringan pengairan. Sistem ini banyak digunakan karena secara leluasa dapat disesuaikan terhadap kondisi lahan yang dihadapi, dengan hanya sedikit atau tidak memerlukan perubahan keadaan topografi. Ancangan penataannya yang baik akan menghasilkan pemberian air pengairan yang efektif karena dengan perancangan dan penataannya yang baik itu akan mampu menampung aliran air yang tersedia secara maksimum yang dengan ancar melalui sarana-sarananya akan sampai ke petak-petak pertanaman. Saluran induk (utama) biasanya mengikuti tempat dengan elevasi tertinggi yang berada di punggung lahan atau disepanjang garis kontur.
- b. Sistem paralel jaringan pengairan. Dengan sistem ini, jaringan pemberi air pengairan dan jaringan pengalir/pembuangnya dibangun secara sejajar beraturan. Karenanya sistem ini umumnya diterapkan pada lahan yang datar dan juga pada lahan yang berlereng sedang yang tidak banyak bergelombang, maka pada lahan yang terakhir ini saluran utama (induk) harus dibuat atau digali dengan mengikuti garis kontur (seperti pada jaringan dengan sistem random) dengan elevansi ketinggian yang cukup, dengan demikian pengairan dapat tergiring dengan tekanan/dorongan yang kup lumayan untuk masuk ke dalam saluran-saluran sekunder dan tersier dan selanjutnya ke petakpetak penanaman.

3.2.1. Saluran pembuang

- a. Jaringan saluran pembuang utama
 - Saluran pembuang sekunder menampung air dari jaringan pembuang tersier dan membuang air

tersebut ke pembuang rimer atau langsung ke jaringan pembuang alamiah dan ke luar daerah irigasi.

- Saluran pembuang primer mengalirkan air lebih dari satuan pembuang sekunder keluar daerah irigasi. Pembuang primer sering berupa saluran pembuang alamiah yang mengalirkan kelebihan air tersebut ke sungai, anak sungai atau ke laut.
- b. Jaringan saluran pembuang tersier
 - Saluran pembuang kuarter terletak dalam satu petak tersier, menampung air langsung dari sawah dan membuang air tersebut kedalam saluran pembuang tersier.
 - Saluran pembuang tersier terletak di antara petak – petak tersier yang termasuk dalam unit irigasi. Saluran yang sama dan menampung air, baik dari pembuang kuerter maupun dari sawah – sawah. Air tersebut dibuang ke dalam jaringan pembuang sekunder.

3.2.2. Perencanaan

- a. Untuk perencanaan saluran diperlukan data – data sebagai berikut:
 - Peta topografi, dengan skala 1 : 25000 dan 1 : 5000
 - Peta jaringan irigasi
 - Kebutuhan bersih air irigasi di sawah dan efesiensi irigasi untuk kapasitas saluran irigasi
 - Modulus pembuang
 - Peta tanah untuk menentukan kemiringan saluran yang stabil
 - Karakteristik tanah

Dalam menentukan elevasi muka air saluran diatas ketinggian tanah, harus dipertimbangkan hal - hal :

- Untuk menghemat biaya pemeliharaan, muka air rencana disalurkan harus sama atau dibawah ketinggian tanah, hal ini sekaligus untuk lebih mempersulit pencurian air atau pengendapan liar.
- Agar biaya pelaksanaan tetap minimal, galian dan timbunan ruas saluran harus tetap seimbang.
- Muka air harus cukup tinggi agar dapat mengairi sawah - sawah yang letaknya paling tinggi di petak tersier

b. Dimensi saluran irigasi

Untuk penggalian air irigasi, saluran berpenampang trapesium adalah saluran pembawa yang paling umum dipakai dan ekonomis. Saluran tanah sudah umum dipakai untuk saluran irigasi karena biayanya jauh lebih murah dibandingkan dengan saluran pasangan. Perencanaan saluran haruslah mengarah kepada biaya pelaksanaan dan pemeliharaan yang paling rendah. Erosi dan sedimentasi di setiap potongan melintang harus minimal dan berimbang sepanjang tahun. Ruas - ruas saluran harus mantap.

1) Debit rencana

Debit rencana sebuah saluran pembawa dihitung dengan rumus umum berikut :

$$Q = \frac{C \cdot NFR \cdot A}{e} = A \times a$$

Di mana :

Q = debit rencana 1/det

C = koefisien pengurangan karena adanya sistem golongan / giliran

NFR = kebutuhan bersih (netto) air di sawah ml/det/ha

A = luas daerah yang diairi, ha

e = efesiensi irigasi secara keseluruhan

a = kebutuhan air rencana (contoh = 1.6 lt/det/ha)

Jika air yang dialirkan oleh jaringan saluran juga untuk keperluan selain irigasi, maka debit rencana harus ditambah dengan jumlah yang dibutuhkan untuk keperluan itu, dengan memperhitungkan efesiensi pengaliran. Untuk merencanakan kemiringan saluran telah mempunyai asumsi - asumsi mengenai parameter perhitungan sebagai berikut :

K = Koefisien kekasaran strickler

m = kemiringan talud

n = perbandingan lebar dasar / kedalaman air

Dengan informasi ini dimesi saluran dapat dihitung dengan cara memakai rumus STRICKLER : $V = k R^{2/3} I^{1/2}$

$$Q = V \cdot F$$

Dimana :

Q = debit rencana (m³/det)

K = koefisien kekasaran strickler (m^{1/3}/det)

I = kemiringan rencana

m = kemiringan talud

n = b/h

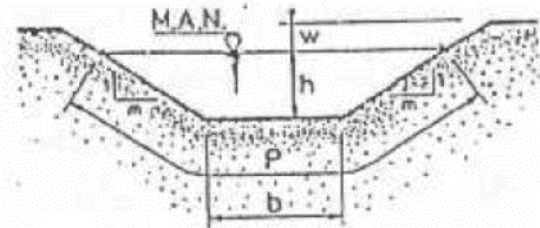
F = luas tampang basah saluran (m²)

$$F = bh + mh^2 = h^2 (n + m)$$

$$P = b + 2h \sqrt{1 + m^2} = h (n \sqrt{2} + 2 \sqrt{1 + m^2})$$

$$R = \frac{F}{P} = \frac{h(n+m)}{n+2 \sqrt{1+m^2}}$$

Untuk menghitung h dan b digunakan cara coba - coba.



Rumus aliran diatas juga dikenal sebagai rumus Manning Koefesien kekasaran Manning (n) mempunyai harga bilangan 1 dibagi dengan k. Untuk keperluan irigasi dipakai :

- Kecepatan minimum (V) = 0.25 m/det
- Lebar dasar minimum (b) = 0.30 m
- Free board / waking (w) tergantung dari debit

2). Koefesien kekasaran Strickler

Koefesien kekasaran bergantung kepada faktor - faktor berikut:

- Kekasaran permukaan saluran
- Ketidakteraturan permukaan saluran

- Trase
- Vegetasi (tetumbuhan) dan
- Sedimentasi

Harga - harga kekasaran koefisien strickler (k) untuk saluran - saluran irigasi tanah.

Debit rencana (Q) m ³ /det	K (m ^{1/3} /det)
>10	45
5 - 10	42,5
1 - 5	40
< 1 dan saluran tersier	35

3). Sedimentasi

Kecepatan minimum yang diijinkan adalah kecepatan terendah yang tidak akan menyebabkan pengendapan partikel dengan diameter maksimum yang diijinkan (0.06 - 0.07 mm). Untuk perencanaan saluran irigasi yang menyangkut sedimen, aturan perencanaan yang terbaik adalah menjaga agar kapasitas angkutan sedimen persatuan debit masing - masing ruas saluran disebelah hilir setidaknya konstan. Biasanya jaringan saluran akan direncana dengan kantong lumpur disekat bangunan pengambilan di sungai.

4). Erosi

Kecepatan maksimum yang diijinkan adalah kecepatan aliran (rata - rata) maksimum yang tidak akan menyebabkan erosi dipermukaan saluran.

5). Kemiringan dinding saluran yang dibolehkan :

Jenis tanah	Angka Kemiringan
Tanah berbatu	1 : 1
Tanah keras dengan dinding beton	2 : 1 atau 1 : 1
Tanah biasa	1 : 1
Tanah liat untuk saluran kecil	2 : 3
Tanah berpasir	1 : 2
Tanah poreus	1 : 3

6). Lengkung saluran

Lengkung yang diijinkan untuk saluran tanah bergantung kepada

- Ukuran dan kapasitas saluran
- Jenis tanah
- Kecepatan aliran

Jaringan belokan pada as saluran adalah 3 - 7 kali lebar muka air rencana.

7). Tinggi jagaan = waling = free board

Tinggi jagaan berguna untuk :

- Menaikkan muka air di atas tinggi muka air maksimum
- Mencegah kerusakan tanggul saluran

Meningginya muka air sampai diatas tinggi yang telah direncana bisa disebabkan oleh penutupan pintu secara tiba - tiba disebelah hilir, variasi ini akan bertambah dengan membesarnya debit. Meningginya muka air bisa pula diakibatkan oleh pengaliran air buangan ke dalam saluran. Tinggi jagaan minimum yang diberikan pada saluran primer dan sekunder dikaitkan dengan debit rencana saluran seperti tercantum dalam tabel berikut :

Tabel 3.1. Tinggi Jagaan Minimum Untuk Saluran Tanah

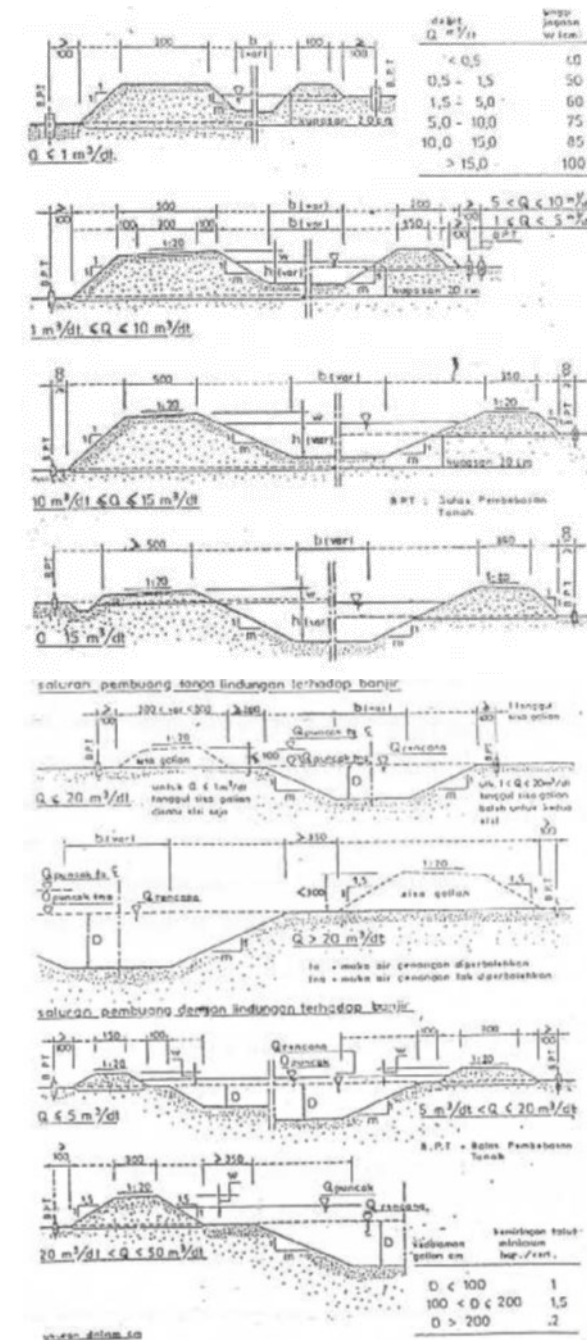
Q m ³ /det	Tinggi jagaan (m)
< 0.5	0.40
0.5 - 1.5	0.50
1.5 - 5.0	0.60
5.0 - 10.0	0.75
10.0 - 15.0	0.85
> 15	1.00

8) Lebar tanggul

Tujuan eksploitasi, pemeliharaan dan inspeksi akan diperlukan tanggul disepanjang saluran dengan lebar minimum seperti disajikan pada tabel berikut :

Tabel 3.2. Lebar Minimum Tanggul

Debit Rencana m^3/det	Taanpa jalan inspeksi (m)	Dengan jalan inspeksi (m)
$Q < 1$	1.00	3.00
1 - 5	1.50	5.00
5 - 10	2.00	5.00
10 - 15	3.50	5.00
$Q > 15$	3.50	5.00



Gambar 3.3. Tipe - tipe potongan melintang saluran pembuang

9). Muka air yang dibutuhkan pada bangunan sadap

Muka air hulu yang diperlukan pada bangunan sadap diperoleh dari petak tata letak pendahuluan berskala 1 : 5000, dimana diberikan batas - batas petak tersier. Untuk satu bangunan sadap diberikan satu petak tersier atau saluran sekunder. Beberapa bangunan sadap dapat digabung pada satu bangunan bagi. Untuk memperoleh muka air yang diperlukan (RWL) pada bangunan bagi, muka air yang diperlukan (P) untuk setiap bangunan sadap harus ditentukan lebih dulu, dengan rumus sebagai berikut :

$$P = A + a + b + m.c + d + n.e + f + g + \Delta h + Z$$

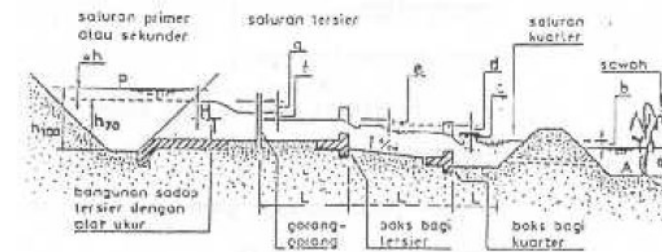
Dimana :

- P = muka air di saluran primer atau sekunder
 A = elevasi di sawah
 a = lapisan air di sawah \approx 5 cm
 b = kehilangan tinggi energi di saluran kuarter ke sawah \approx 5 cm
 c = kehilangan tinggi energi di boks kuarter \approx 5 cm/boks
 d = kehilangan tinggi energi selama pengaliran di saluran irigasi = kemiringan kali panjang atau 1×1 (lihat gambar)
 e = kehilangan tinggi energi di boks bagi \approx 5 cm/boks
 f = kehilangan tinggi energi di gorong - gorong \approx 5 cm perbangun
 g = kehilangan tinggi energi di bangunan sadap
 Δh = variasi tinggi muka air $0.18 h_{100}$ (kedalaman rencana)

Z = kehilangan tinggi energi di bangunan - bangunan tersier yang lain (misal jembatan)

M = jumlah boks kuarter di trase tersebut

n = jumlah boks tersier di trase saluran



Gambar 3.4. Tinggi bangunan sadap tersier yang diperlukan

3.3. Saluran Pasangan

3.3.1. Kegunaan saluran pasangan

Saluran pasangan (lining) dimaksudkan untuk :

- Mencegah kehilangan air akibat rembesan
- Mencegah gerusan dan erosi
- Mencegah merajalelanya tumbuhan air
- Mengurangi biaya pemeliharaan
- Memberi kelonggaran untuk lengkung lebih besar
- Tanah yang dibebaskan lebih kecil

Biaya pembuatan pasangan saluran hendaknya diusahakan murah. Jika hal ini tidak mungkin, maka lebih baik talud saluran dibuat lebih landai dan dilengkapi bangunan terjun.

3.3.2. Jenis – jenis pasangan

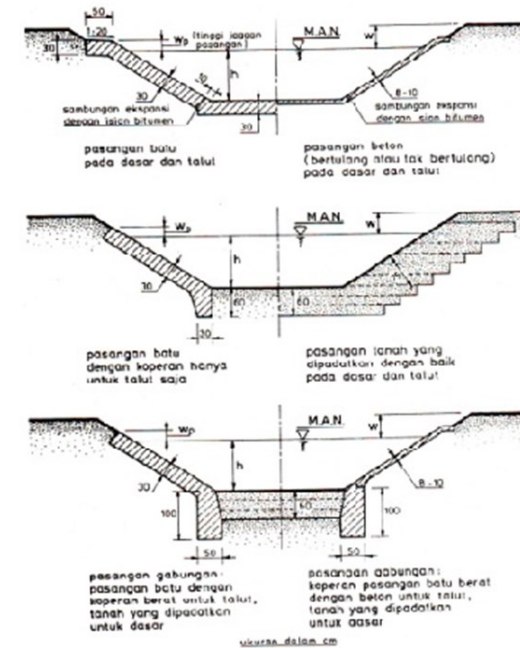
Banyak bahan yang dapat dipakai untuk pasangan saluran. Tetapi prakteknya di Indonesia hanya ada 3 bahan yang dianjurkan pemakaiannya :

- Pasangan batu
- Beton dan tanah / puddle

Pembuatan pasangan dari bahan – bahan lain tidak dianjurkan, dengan alasan sulitnya memperoleh persediaan bahan, teknik pelaksanaan yang lebih rumit dan kelemahan – kelemahan bahan itu sendiri. Pasangan batu dan beton lebih cocok untuk semua keperluan kecuali untuk pengendalian rembesan dan perbaikan stabilitas tanggul.

Tabel 3.3. Tabel Minimum

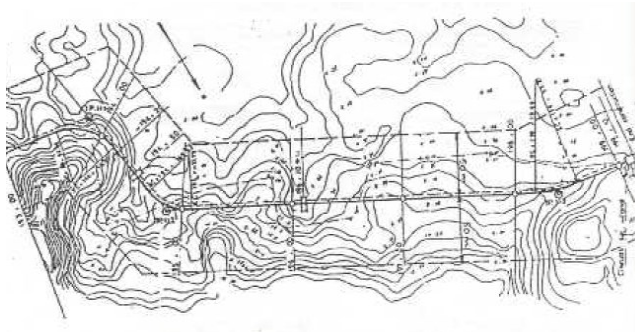
- | | |
|-------------------------------|--|
| - Pasangan batu | diambil 30 cm |
| - Beton tumbuk | diambil 8 cm ($Q < 6 \text{ m}^3/\text{det}$) |
| - Beton tumbuk | diambil 10 cm ($Q > 6 \text{ m}^3/\text{det}$) |
| - Beton bertulang | diambil 7 cm |
| - Semen tanah | diambil 10 cm (saluran kecil) |
| - Semen tanah yang dipadatkan | 15 cm (saluran besar) |



Gambar 3.5. Tipe – tipe pasangan saluran

3.4. Saluran Pembuang

Saluran pembuang umumnya terletak di daerah cekungan, jika mungkin mengikuti saluran pembuang yang ada. Untuk saluran pembuang ekstrem, saluran yang sudah ada akan lebih dikembangkan daripada saluran pembuang intern. Oleh karena itu, trase baru untuk jaringan pembuang intern harus ditentukan berdasarkan pada peta berskala 1 : 5000 disepanjang daerah cekungan dan daerah – daerah rendah.



Gambar 3.6. Trase yang akan diukur



Gambar 3.7. Tata letak jaringan pembuang

Pembuang intern

Kapasitas rencana jaringan pembuang intern untuk sawah dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Q_d = 1,62 D_m A^{0,92}$$

Dimana :

Q_d = Debit Rencana, I/det

D_m = modulus pembuang, I/det/ha

A = luas daerah yang akan dibuang air

Untuk modulus pembuang rencana, D_m adalah curah hujan 3 hari dengan periode ulang 3 tahun.

$$\frac{D_m}{N \times 8,64} = D(n) \text{ I/det/ha}$$

$D(n)$ adalah pembuang permukaan untuk satuan luas dan dinyatakan sebagai :

$$D(n) = R(n)_T + n (IR - FT - P) - \Delta S$$

Dimana :

N = jumlah hari berturut - turut

$D(n)$ = limpasan air hujan pembuang permukaan selama n/hari, mm

$R(n)_T$ = curah hujan selama n hari berturut - turut dengan periode ualnga T tahun, mm

IR = pemberian air irigasi, mm/hari

ET = evapotranspirasi, mm/hari

P = perkolasi, mm/hari

ΔS = tampungan tambahan, mm

3.5. Standar Tata Nama

Nama - nama yang diberikan untuk saluran - saluran irigasi dan pembuang, bangunan - bangunan dan daerah irigasi harus jelas dan logis. Nama yang diberikan harus

dipilih dan dibuat sedemikian sehingga jika dibuat bangunan baru, kita tidak perlu mengubah semua nama yang sudah ada.

3.5.1. Daerah Irigasi

irigasi dapat di beri nama sesuai dengan nama daerah setempat, atau desa pentint di daerah itu, yang biasanya terletak dekat dengan jaringan bangunan utama atau sungai yang airnya diambil untuk keperluan irigasi.

Apabila ada dua penambilan atau lebih, maka daerah irigasi tersebut sebaiknya diberi nama sesuai dengan desa - desa terkenal didaerah layanan setempat. Untuk pemberian nama - nama bangunan utama berlaku peraturan yang sama seperti daerah irigasi, misalnya bendung elak Cikoncang melayani cikoncang. Sebagai contoh : Bendung Barang merupakan salah satu dari bangunan - bangunan utama di sungai dolok. Bangunan - bangunan tersebut mekayani daerah Makawa dan Lamgo, keduanya diberi namas esuai dengan nama - nama desa utama didaerah itu.

3.5.2. Jaringan Irigasi Primer

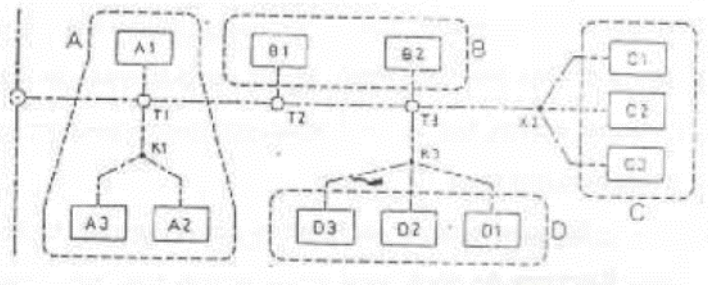
Saluran irigasi primer sebaiknya diberi nama sesuai dengan daerah irigasi yang dilayani, contoh saluran primer makawa. Saluran sekunder sering diberi nama sesuai dengan nama desa yang terletak di petak sekunder. Petak sekunder akan diberi nama sesuai dengan nama saluran sekundernya. Sebagai contoh saluran sekunder Sambak mengambil nama desa Sambak yang terletak di petak sekudner Sambak. Saluran dibagi menjadi ruas - ruas yang berkapasitas sama. Misalnya : RS_2 adalah ruas saluran sekunder Sambak(S) antara bangunan sadap BS_1 dan BS_2 .

Bangunan penggelak atau pembagi adalah bangunan terkahir disuatu ruas. Bangunan itu diberi nama sesuai dengan ruas hulu, tetapi huruf R (rua) diubah menjadi B(bangunan). Misalnya BS_2 adalah bangunan pengelak diujung ruas RS_2 . Bangunan - bangunan yang ada diantara bangunan - bangunan bagi sadap (gorong - gorong, jembatan, talang, bangunan terjun dan sebagainya) diberi nama sesuai dengan ruas dimana bangunan tersebut terletak, juga mulai dengan huruf B (bangunan) lalu diikuti dengan huruf kecil. Sedemikian sehingga bangunan yang terletak diujung hilir mulai dengan "a" dan bangunan - bangunan yang berada lebih jauh di hilir memakai huruf b,c dan seterusnya. Sebagai contoh BS_2 adalah bangunan kedua pada ruas RS_2 di saluran Sambak, terletak antara bangunan - bangunan bagi BS_1 dan BS_2 .

3.5.3. Jaringan Irigasi Tersier

Petak tersier diberi nama seperti bangunan sadap tersier dari jaringan utama. Misalnya, petak tersier $S_1 K_i$ mendapatkan air dari pintu kiri bangunan bagi BS_1 yang terletak disaluran Sambak.

- a. Ruas - ruas saluran tersier diberi nama sesuai dengan nama boks yang terletak diantara kedua boks, misalnya $(T_1 - T_2)$, $(T_2 - T_3)$, dan sebagainya. (berikut sistem nama petak rotasi dan kuarter):



- b. Boks tersier diberi kode T, diikuti dengan nomorurut menurut arah jarum jam, mulai dari boks pertama dihilir bangunan sadap teriser : T_1 , T_2 dan seterusnya.
- c. Petak kuarter diberi nama sesuai dengan petak rotasi, diikuti dengan nomorurut menurut arah jarum jam. Petak rotasi diberi kode A,B,C dan seterusnya menurut arah jarum jam.
- d. Boks kuerter diber kode K, diikuti dengan nomorurut menurut arah jarum jam, mulai dari boks kuerter pertama di hilir boks tersier dengan nomorurut tertinggi K_1, K_2 dan seterusnya.
- e. Saluran irigasi kuerter diberi nama sesuai dengan petak kuarter yang dilayani tetapi dengan huruf kecil, misalnya a_1, a_2 dan seterusnya.
- f. Saluran pembuang kuarter diberi nama sesuai dengan petak kuarter yang dibuang airnya, menggunakan huruf kecil diawali dengan dk, misalnya dka_1, dka_2 dan seterusnya.
- g. Saluran pembuang tersier diberi kode dt_1, dt_2 juga menurut arah jarum jam.

3.5.4. Jaringan Pembuang

Pada umumnya pembuang primer berupa sungai - sungai alamiah, yang kesemuanya akan diberi nama. Apabila ada saluran - saluran pembuang primer baru akan dibuat, maka saluran - saluran itu harus diberi nama tersendiri. Jika saluran pembuang dibagi menjadi ruas - ruas maka masing - masing ruas akan diberi nama mulai dari ujung ke hilir.

Pembuang sekunder, pada umumnya berupa sungai atau anak sungai yang lebih kecil. Beberapa diantaranya sudah mempunyai nama tetap bisa dipakai, jika tidak sungai / anak sungai tersebut akan ditunjukkan dengan sebuah huruf bersama - sama dengan nomor seri. Nama - nama akan diawali dengan huruf d (drainase). Pembuang tersier adalah pembuang kategori dan akan dibagi - bagi menjadi ruas - ruas dengan debit seragam, masing - masing diberi nomor. Masing - masing petak tersier akan mempunyai nomor seri sendiri - sendiri.

3.5.5. Tata Warna Peta

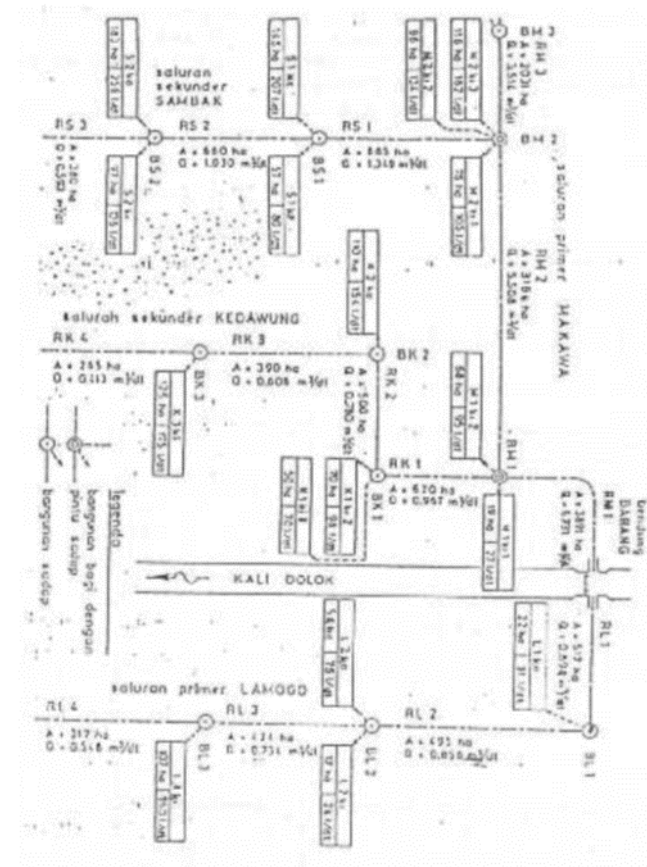
Warna - warna standar akan digunakan untuk menunjukkan berbagai tampakan irigasi pada peta. Warna - warna yang dipakai adalah :

1. Biru. Untuk jaringan irigasi, garis penuh untuk jaringan pembawa yang ada dan garis putus-putus untuk jaringan yang sedang direncanakan.
2. Merah. Untuk sungai dan jaringan pembuang, garis penuh untuk jaringan yang sudah ada dan garis putus - putus untuk jaringan yang sedang direncanakan.
3. Coklat. Untuk jaringan jalan.

4. Kuning. Untuk daerah yang tidak diairi (dataran tinggi, rawa-rawa).
5. Hijau. untuk perbatasan kabupaten, kecamatan, desa dan kampung.
6. Merah. Untuk tata nama bangunan.
7. Hitam. Untuk jalan kereta api.
8. Warna bayangan dipakai untuk batas batas petak sekunder, batas - batas petak terseier akan diarsir dengan warna yang lebih muda dari warna yang sama (untuk petak sekunder) semua petak tersier yang diberi air langsung dari saluran primer akan mempunyai nama yang sama. Dibawah ini dijelaskan mengenai standar sistem tata nama untuk bangunan.



Gambar 3.8. Standar sistem tata nama untuk bangunan – bangunan irigasi



Gambar 3.9. Standar Sistem Tata Nama Untuk Skema Irigasi

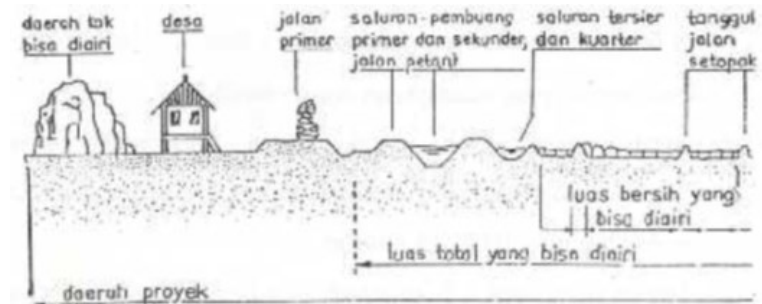


Gambar 3.10. Sistem Tata Nama Jaringan Pembuang

3.5.4. Defenisi Daerah - daerah Irigasi

- a. Daerah studi adalah daerah proyek ditambah dengan seluruh daerah aliran sungai (DAS) dan tempat pengambilan air ditambah dengan daerah - daerah lain yang ada hubungannya dengan daerah studi.
- b. Daerah proyek adalah daerah dimana pelaksanaan pekerjaan dipertimbangkan dan atau diusulkan dan daerah tersebut akan mengambil manfaat langsung dari proyek tersebut.
- c. Daerah irigasi total/Bruto adalah daerah proyek dikurangi dengan perkampungan dan tanah - tanah yang dipakai untuk mendirikan bangunan, daerah yang tidak diairi, jalan utama, rawa - rawa dan daerah - daerah yang tidak akan dikembangkan untuk irigasi di bawah proyek yang bersangkutan.
- d. Daerah irigasi Netto/Bersih adalah tanah yang ditanami padi dan ini adalah daerah total yang bisa diairi dengan saluran - saluran irigasi dan pembuang (primer, sekunder,tersier dan kuerter), jalan inspeksi, jalan setapak dan tanggul sawah. Daerah ini dijadikan dasar perhitungan kebutuhan air, panen dan manfaat / keuntungan yang dapat diperoleh dari proyek yang bersangkutan. Sebagai angka standart, luas netto daerah yang dapat diairi diambil $0.9 \times$ luas total daerah yang dapat diairi.
- e. Daerah potensial adalah daerah yang mempunyai kemungkinan baik untuk dikembangkan.

- f. Daerah fungsional adalah bagian dari daerah potensial yang telah memiliki jaringan irigasi yang dikembangkan. Daerah fungsional luasnya sama atau lebih kecil dari daerah potensial.



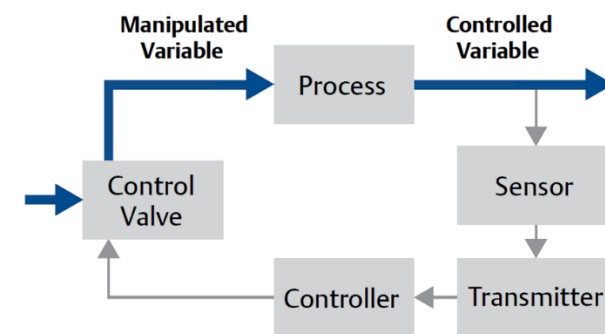
Gambar 3.11. Defenisi daerah - daerah irigasi

BAB 4

CONTROL VALVE

4.1. Pengertian Control Valve

Pabrik pemrosesan modern memanfaatkan jaringan *loop control* yang luas untuk menghasilkan produk akhir untuk pasar. *Loop control* ini dirancang untuk menjaga variabel proses (yaitu tekanan, aliran, level, suhu, dll.) dalam rentang operasi yang diperlukan untuk memastikan produk akhir yang dihasilkan berkualitas. Masing-masing *loop* ini menerima dan mengurangi gangguan internal yang mempengaruhi variabel proses (PV). Interaksi dari *loop* lain dalam jaringan juga dapat mengurangi gangguan yang mempengaruhi variabel proses. Lihat Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Loop Control Umpan Balik

Untuk mengurangi efek dari gangguan beban ini, sensor dan pemancar mengumpulkan informasi tentang variabel proses (PV) dan hubungannya dengan beberapa titik setel yang diinginkan. *Controler* memproses informasi ini dan memutuskan apa yang harus dilakukan untuk mengembalikan variabel proses ke tempat yang seharusnya setelah gangguan beban terjadi. Ketika semua pengukuran, perbandingan, dan penghitungan selesai, beberapa jenis elemen *control* akhir harus menerapkan strategi yang dipilih oleh pengontrol.

Elemen *control* akhir yang paling umum dalam industri control proses adalah *control valve*. *Control valve* memanipulasi cairan yang mengalir, seperti gas, uap, air, atau senyawa kimia untuk mengkompensasi gangguan beban dan menjaga variabel proses yang diatur sedekat mungkin dengan set point yang diinginkan.

Control valve adalah bagian penting dari *loop control*. Banyak orang yang berbicara tentang *control valve* benar-benar mengacu pada rakitan *control valve*. Rakitan *control valve* biasanya terdiri dari badan *valve*, *trimpert internal*, *aktuator* untuk menyediakan daya penggerak untuk mengoperasikan *valve*, dan berbagai aksesori *valve* tambahan, yang dapat mencakup, *transduser*, pengatur tekanan suplai, operator manual, *snubber*, atau saklar batas.

Ada dua jenis utama desain *control valve*, tergantung pada aksi bagian penutup putar batang geser. *Sliding-stemvalves* menggunakan gerakan *linier*

untuk memindahkan bagian penutup masuk dan keluar dari permukaan tempat duduk. *Valve* putar, seperti terlihat pada Gambar , menggunakan gerakan rotasi untuk mengubah bagian penutup masuk dan keluar dari permukaan tempat duduk.

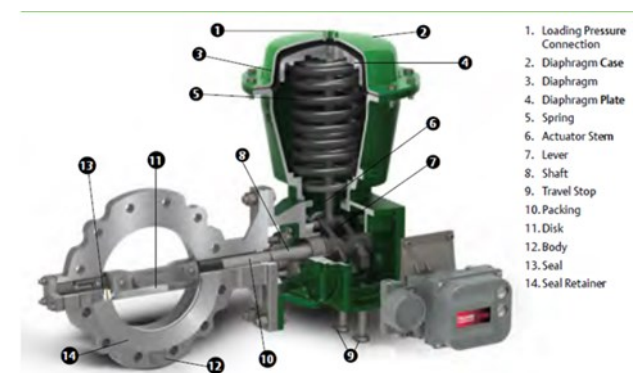
4.2. Fungsi Dan Karakteristik *Control Valve* Terminologi

Set Kursi: Prosedur kalibrasi pegas *aktuator* sehingga dapat menggunakan rentang tekanan untuk menggerakkan *valve* sepenuhnya ke perjalanan terukurnya.

Kapasitas: Besarnya aliran yang melalui *valve* (C_v atau K_v), di bawah kondisi yang dinyatakan.

Arus Izin : Aliran yang terjadi di bawah aliran minimum yang dapat dikontrol dengan bagian penutup tidak sepenuhnya terpasang.

Rentang Tekanan Diafragma: Perbedaan antara nilai tinggi dan rendah dari rentang tekanan pemuatan diafragma



Gambar 4.2 *Control valve* Putar

1. Memuat Tekanan Koneksi
2. Diafragma Case
3. Diafragma
4. Plat Diafragma
5. Musim semi
6. Batang Aktuator
7. Tuas
8. Poros
9. Pemberhentian perjalanan
10. Pengepakan
11. Disk
12. Tubuh
13. Segel
14. Segel Retainer

Aktuator Kerja Ganda: Aktuator di mana tenaga pneumatik, hidrolis, atau listrik disuplai di kedua arah. mana tenaga pneumatik, hidrolis, atau listrik disuplai di kedua arah.

Ketidakseimbangan Dinamis: Gaya total yang dihasilkan sumbat valve pada posisi terbuka apa pun yang dinyatakan oleh tekanan proses fluida yang bekerja padanya.

Area Efektif: Pada aktuator, bagian diafragma atau daerah piston yang menghasilkan gaya batang. Area efektif diafragma dapat berubah saat digores, biasanya maksimum pada awal dan minimum pada akhir rentang perjalanan. Diafragma cetakan memiliki lebih sedikit perubahan di area efektif daripada diafragma lembaran datar; dengan demikian, diafragma yang dibentuk direkomendasikan.

Fail-Closed: Suatu kondisi dimana bagian penutup valve bergerak ke posisi tertutup ketika sumber energi penggerak Fail.

Fail-Open: Suatu kondisi dimana bagian penutup valve bergerak ke posisi terbuka ketika sumber energi penggerak Fail.

Fail-Save: Karakteristik valve dan aktuatornya, yang pada saat kehilangan suplai energi penggerak, akan menyebabkan bagian penutup valve tertutup penuh, terbuka penuh, atau tetap pada posisi terakhir, posisi mana pun yang ditentukan perlu untuk melindungi proses dan peralatan. tindakan dapat melibatkan penggunaan control tambahan yang terhubung ke aktuator.

Aliran Karakteristik: Hubungan antara aliran melalui valve dan persen perjalanan yang dinilai sebagai yang terakhir bervariasi dari 0 hingga 100%. Istilah ini harus selalu ditetapkan sebagai karakteristik aliran bawaan atau aliran terpasang karakteristik (Lihat definisi di Bagian *Terminologi Control Proses*).

Koefisien Aliran (Cv): Sebuah konstan terkait dengan geometri valve, untuk perjalanan tertentu, yang dapat digunakan untuk menetapkan kapasitas aliran. Ini adalah jumlah galon AS per menit air 16°C (60°F) yang akan mengalir melalui valve dengan penurunan tekanan satu pon per inci persegi.

Valve Pemulihan Tinggi: Desain valve yang menghilangkan energi aliran aliran yang relatif sedikit karena kontur internal yang ramping dan turbulensi aliran yang minimal. Oleh

karena itu, tekanan hilir *valve vena contracta* pulih ke persentase yang tinggi dari nilai saluran masuknya. Valve aliran lurus, seperti valve bola putar, biasanya merupakan valve pemulihan tinggi.

Rentang Tekanan Diafragma Inheren: Nilai tekanan tinggi dan rendah yang diterapkan pada diafragma untuk menghasilkan *steker valve* terukur bergerak dengan tekanan atmosfer di badan valve. Rentang ini sering disebut sebagai rentang set bangku karena ini akan menjadi rentang di mana valve akan bergerak ketika disetel di bangku kerja.

Karakteristik Aliran Inheren: Hubungan antara laju aliran dan perjalanan anggota penutup saat dipindahkan dari posisi tertutup ke perjalanan terukur dengan penurunan tekanan konstan melintasi valve.

Rentang Tekanan Diafragma Inheren: Nilai tekanan tinggi dan rendah yang diterapkan pada diafragma untuk menghasilkan perjalanan terukur dengan kondisi yang ditentukan di badan valve. Karena gaya yang bekerja pada bagian penutup, kisaran tekanan diafragma yang melekat dapat berbeda dari rentang tekanan diafragma yang dipasang. Karakteristik Aliran Inheren: Hubungan antara laju aliran dan perjalanan bagian penutup saat dipindahkan dari posisi tertutup ke perjalanan terukur karena penurunan tekanan melintasi valve dipengaruhi oleh kondisi proses yang bervariasi.

Valve Pemulihan Rendah: Desain valve yang menghilangkan sejumlah besar energi dibuat oleh kontur jalur aliran. Akibatnya, tekanan hilir *valve vena contracta* pulih ke persentase yang lebih rendah dari nilai masuknya

dibandingkan dengan valve yang memiliki jalur aliran yang lebih ramping. Meskipun desain individu bervariasi, valve gaya dunia konvensional umumnya memiliki kemampuan pemulihan tekanan rendah.

Karakteristik Aliran Parabola yang Dimodifikasi: Karakteristik aliran yang melekat yang memberikan karakteristik persentase yang sama pada perjalanan anggota penutupan rendah dan kira-kira karakteristik linier untuk bagian atas perjalanan anggota penutupan.

Valve yang Biasanya Tertutup: Lihat Fail-Closed.

Valve Terbuka Biasanya: Lihat Fail-Open.

Konstruksi *Push-Down-to-Close* (PDTC): Konstruksi valve gaya bola dunia di mana bagian penutup terletak di antara aktuator dan cincin tempat duduk, sehingga perpanjangan batang aktuator menggerakkan anggota penutup ke arah cincin tempat duduk, akhirnya menutup valve. Istilah ini juga dapat diterapkan pada konstruksi valve putar di mana perpanjangan linier batang aktuator menggerakkan bola atau piringan ke posisi tertutup. Juga disebut akting langsung.

Konstruksi *Push-Down-to-Open* (PDTO): Sebuah konstruksi valve gaya bola dunia di mana cincin kursi terletak di antara aktuator dan bagian penutup, sehingga perpanjangan batang aktuator menggerakkan bagian penutup dari cincin kursi, membuka valve. Istilah ini juga dapat diterapkan pada konstruksi valve putar di mana perpanjangan linier batang aktuator menggerakkan bola atau piringan ke arah terbuka. Posisi ini juga disebut akting terbalik.

Jangkauan: Rasio terbesar koefisien aliran (C_v atau K_v) ke yang terkecil koefisien aliran (C_v atau K_v) di mana penyimpangan dari aliran yang ditentukan karakteristik tidak melebihi batas yang ditentukan. *Control valve* yang masih melakukan pekerjaan pengontrolan yang baik ketika aliran meningkat hingga 100 kali aliran minimum yang dapat di kontrol memiliki jangkauan 100 hingga 1. Jangkauan dapat juga dinyatakan sebagai rasio laju aliran maksimum dan minimum yang dapat di kontrol.

Koefisien Aliran Terukur (C_v): Koefisien aliran (C_v) valve pada perjalanan terukur. Perjalanan yang Dinilai: Jarak pergerakan bagian penutup dari posisi tertutup ke posisi terbuka penuh terukur. Peringkat posisi terbuka penuh adalah pembukaan maksimum yang direkomendasikan oleh pabrikan.

Koefisien Aliran Relatif (C_v): Rasio koefisien aliran (C_v) di menyatakan perjalanan ke koefisien aliran (C_v) pada perjalanan yang dinilai. Kebocoran Kursi: Jumlah cairan yang melewati valve ketika valve dalam posisi tertutup penuh dan beban kursi maksimum yang tersedia diterapkan dengan perbedaan tekanan dan suhu seperti yang ditentukan.

Tingkat Musim Semi (KS): Perubahan gaya per satuan perubahan panjang pegas. Di dalam diafragma, kecepatan pegas biasanya dinyatakan dalam gaya pon per inci kompresi.

Vena kontrakta: Bagian dari aliran aliran dimana kecepatan fluida maksimum dan tekanan statis fluida dan luas penampang minimum. Dalam *control valve*, *vena contracta*

biasanya terjadi tepat hilir dari pembatasan fisik yang sebenarnya.

4.3. Prinsip Control Valve Pada Cairan

4.3.1. Ukuran Valve Untuk Cairan

Berikut ini adalah prosedur langkah-langkah untuk ukuran control valve untuk aliran cairan menggunakan prosedur ISA dan IEC. Sebenarnya, metode ukuran ini hanya berlaku untuk cairan komponen tunggal, namun campuran multi-komponen dapat digunakan dengan hati-hati.

Masing-masing langkah ini penting dan harus dipertimbangkan selama prosedur ukuran valve. Ini penting untuk perhatikan bahwa C_v nilai dan FL nilai adalah set yang cocok. Jika C berbeda digunakan, F yang sesuai untuk itu valve dan perjalanan valve harus diperoleh dari literatur produk.

1. Tentukan variabel yang diperlukan untuk ukuran valve sebagai berikut:
Desain yang diinginkan, cairan proses (air, minyak, dll.), dan Kondisi layanan yang sesuai q atau w , P_1 , P_2 atau ΔP , T_1 , ρ_1/ρ_{Hai} , P_v , P_C , dan v . Kemampuan untuk mengenali istilah mana yang sesuai untuk prosedur ukuran tertentu hanya dapat diperoleh melalui pengalaman dengan masalah ukuran valve yang berbeda. Jika salah satu istilah di atas tampak baru atau asing, lihat tabel Singkatan dan Terminologi untuk definisi lengkap.
2. Tentukan konstanta persamaan, N_1 dan N_2 .
 N_1 dan N_2 adalah konstanta numerik yang terkandung dalam persamaan aliran untuk menyediakan sarana untuk menggunakan sistem unit yang berbeda. Nilai

untuk berbagai konstanta ini dan unit yang berlaku diberikan dalam tabel Konstanta Persamaan.

3. Tentukan F_P , faktor geometri perpipaan, dan F_{LP} , faktor pemulihan tekanan cair disesuaikan untuk perlengkapan yang terpasang. F_P adalah faktor koreksi yang memperhitungkan kerugian tekanan karena pemipaan *fitting* seperti *reducer*, *elbow*, atau *tee* yang mungkin dipasang langsung pada sambungan inlet dan outlet dari *control valve* yang akan diukur ukurannya. Jika alat kelengkapan tersebut dipasang pada valve, ini harus diperhitungkan. Prosedur ukuran standar menyediakan metode untuk hitung F_P faktor untuk reduksi dan ekspander konsentris. Namun, jika tidak *fitting* terpasang ke *valve*, F_P memiliki nilai 1,0 dan hanya keluar dari persamaan ukuran. Juga, $F_{LP} = F_L$
4. Tentukan penurunan tekanan yang akan digunakan untuk perekat, ΔP perekat. Ketika perbedaan antara tekanan hulu dan hilir cukup tinggi, cairan dapat mulai menguap, menyebabkan aliran tersendat. Jika penurunan tekanan aktual melintasi valve, ΔP , lebih tinggi dari penurunan tekanan yang menyebabkan aliran tersedak, aliran tersedak Penurunan tekanan, $\Delta P_{tersedak}$, harus digunakan sebagai pengganti penurunan tekanan yang sebenarnya.
5. Hitung C_v Jika C ini v nilai tidak dekat dengan perkiraan yang digunakan pada langkah 3, iterasi menggunakan C baru ini nilai dan F . yang sesuaiL dari informasi produk.

4.3.2. Menentukan Perpipaan Faktor Geometri (F_P) dan Cairan Faktor Pemulihan Tekanan (F_{LP}) Disesuaikan untuk *Fitting*

Tentukan F_P faktor jika ada alat kelengkapan seperti reduksi, siku, atau *tee* akan langsung disambungkan ke sambungan masuk dan keluar dari *control valve* yang akan diukur. Bila memungkinkan, itu adalah merekomendasikan bahwa F_P dan F_{LP} faktor ditentukan secara eksperimental dengan menggunakan valve yang ditentukan dalam pengujian aktual.

$$F_P = 1 + \frac{\sum K}{N_e} \left\{ \frac{C_v}{d^2} \right\}^{-1/2}$$

Namun, dengan menggunakan metode berikut, perkiraan yang masuk akal dapat dibuat untuk reduksi konsentris yang terpasang. Pada persamaan sebelumnya, $\sum_{Suku} K$ adalah jumlah aljabar dari koefisien *head loss* kecepatan dari semua *fitting* yang terpasang pada *control valve*.

$$\sum K = K_1 + K_2 + K_{B1} - K_{B2}$$

Di mana,

K_1 = Koefisien resistansi *fitting* hulu

K_2 = Koefisien resistansi *fitting* hilir

K_{B1} = Koefisien Bernoulli masuk

K_{B2} = Koefisien Bernoulli Outlet Dan,

$$\sum K = K_1 + K_2 + K_{B1} - K_{B2}$$

$$K_{B1} = 1 \left\{ \frac{v}{D_1} \right\}^4$$

Jika pipa hulu dan hilir memiliki ukuran yang sama, koefisien Bernoulli juga sama, $K_{B1} = K_{B2}$, dan karena itu mereka

dijatuhkan dari Σ persamaan *fitting* yang paling umum digunakan dalam instalasi *control valve* adalah peredam konsentris panjang pendek. Persamaan untuk fitting ini adalah sebagai berikut: Untuk peredam saluran masuk:

$$K_1 = 0,5 \left(1 - \frac{d^2}{D_1^2} \right)$$

Untuk peredam outlet:

$$K_2 = 1,0 \left(1 - \frac{d^2}{D^2} \right)^2$$

Untuk *valve* yang dipasang di antara reduksi identik:

$$K_1 + K_2 = 1,5 \left(1 - \frac{d^2}{D^2} \right)^2$$

Menggunakan FL nilai yang sesuai dengan Cv nilai untuk *valve* yang dipilih

$$F_{LP} = \left[\frac{K_1 + K_2}{N_2} \left(\frac{C_v}{d^2} \right)^2 + \frac{1}{F_L^2} \right]^{-1/2}$$

4.3.3. Menentukan Penurunan Tekanan yang Digunakan untuk Ukuran ($\Delta P_{\text{peredam}}$)

Hitung faktor rasio tekanan kritis cairan:

$$F_F = 0,96 - 0,28 \sqrt{\frac{P_v}{P_c}}$$

Kemudian, tentukan batas penurunan tekanan akibat tersedak cairan:

$$\Delta P_{\text{choked}} = \left(\frac{F_L C_v}{F_F} \right)^2 (P_1 - F_F P_v)$$

Penurunan tekanan untuk digunakan dalam menghitung koefisien aliran yang dibutuhkan, $\Delta P_{\text{peredam}}$, maka lebih kecil dari sistem yang sebenarnya Penurunan tekanan, ΔP , dan penurunan tekanan tersedak, $\Delta P_{\text{tersedak}}$.

Catatan: Jika $\Delta P_{\text{tersedak}} < \Delta P$, alirannya kavitasi atau berkedip. Jika outlet tekanan lebih besar dari tekanan uap fluida, kavitasi menyebabkan aliran tersedak. Jika tekanan keluar lebih kecil dari tekanan uap fluida, alirannya berkedip. Lihat bagian selanjutnya dalam bab ini tentang kavitasi dan flashing untuk informasi lebih lanjut.

4.3.4. Masalah Sampel Ukuran Cairan

Asumsikan sebuah instalasi yang, pada saat *start-up* pabrik awal, tidak akan beroperasi pada kemampuan desain maksimum. Ukuran saluran disesuaikan dengan kapasitas sistem utama, tetapi ada keinginan untuk memasang *control valve* sekarang yang ukurannya hanya untuk kebutuhan yang diantisipasi saat ini. Ukuran garis adalah 8 inci, dan *valve globe* Kelas 300 dengan sangkar persentase yang sama telah ditentukan. Pereduksi konsentris standar akan digunakan untuk memasang *valve* ke saluran. Tentukan ukuran *valve* yang sesuai.

1. Tentukan variabel yang diperlukan untuk ukuran *valve*:

Desain *valve* yang diinginkan - *Valve globe* kelas 300 dengan sangkar persentase yang sama dan ukuran *valve* diasumsikan 3 inci, *valve* ini memiliki 100% buka Cv dari 121 dengan FL dari 0,89 Cairan proses - propana cair Kondisi layanan $q = 800 \text{ gpm}$

$$P_1 = 300 \text{ psig} = 314,7 \text{ psi}$$

$$P_2 = 275 \text{ psig} = 289,7 \text{ psi}$$

$$\Delta P = 25 \text{ psi}$$

$$T_1 = 21^\circ\text{C} (70^\circ\text{F})$$

$$\rho_1 / \rho_o = 0,50$$

$$P_v = 124,3 \text{ psia}$$

$$P_c = 616.3 \text{ psia}$$

2. Tentukan konstanta persamaan, N_1 dan N_2 .

Dari tabel Konstanta Persamaan, $N_1 = 1.0$ dan $N_2 = 890$.

3. Tentukan F_p , faktor geometri perpipaian, dan F_{LP} , faktor pemulihan tekanan cair disesuaikan untuk perlengkapan yang terpasang.

Pertama, cari koefisien hambatan yang diperlukan ketika ukuran pipa hulu dan hilir sama:

$$\begin{aligned} K_1 &= 0.5 \left\{ 1 - \frac{d^2}{D_1^2} \right\}^2 \\ &= 0.37 \\ &= 0.5 \left\{ 1 - \frac{3^2}{7.98^2} \right\}^2 \end{aligned}$$

Dan,

$$\begin{aligned} K_{B1} &= \left\{ 1 - \frac{d}{D_1} \right\}^4 \\ &= \left\{ 1 - \frac{3}{7.98} \right\}^4 \\ &= 0.98 \end{aligned}$$

Dan,

$$\begin{aligned} \Sigma_K &= 1.5 \left\{ 1 - \frac{d^2}{D^2} \right\}^2 \\ &= 1.5 \left\{ 1 - \frac{3^2}{7.98^2} \right\}^2 \\ &= 1.11 \end{aligned}$$

Sekarang, hitung F_p :

$$\begin{aligned} F_p &= \left(1 + \frac{\Sigma K}{N_2} \left\{ \frac{C_d}{d^2} \right\}^2 \right)^{-1/2} \\ &= 1 + \frac{1.11}{890} \left\{ \frac{121}{3^2} \right\}^2 \\ &= 0.90 \end{aligned}$$

Kemudian hitung F_{LP} :

$$\begin{aligned} F_{LP} &= \left[\frac{K_1 + K_{B1}}{N_2} \left\{ \frac{C_d}{d^2} \right\}^2 + \frac{1}{FL^2} \right]^{-1/2} \\ &= \left[\frac{0.37 + 0.98}{890} \left\{ \frac{121}{3^2} \right\}^2 + \frac{1}{0.89^2} \right]^{-1/2} \\ &= 0.81 \end{aligned}$$

Tentukan penurunan tekanan yang akan digunakan untuk perekat, $\Delta P_{\text{perekat}}$. Pertama, cari faktor rasio tekanan kritis cairan:

$$\begin{aligned} F_F &= 0.96 - 0.28 \sqrt{\frac{P_v}{P_c}} \\ &= 0.96 - 0.28 \sqrt{\frac{124.3}{616.3}} \\ &= 0.83 \end{aligned}$$

Penurunan tekanan tersedak, $\Delta P_{\text{perekat}}$, ditemukan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \Delta P_{\text{choked}} &= \left\{ \frac{FL \dot{m}}{F_p} \right\} (P_1 - F_F P_v) \\ &= \left\{ \frac{0.81}{0.90} \right\}^2 (314.7 - 0.83 \cdot 124.3) \\ &= 171 \text{ psi} \end{aligned}$$

Karena penurunan tekanan aktual lebih rendah dari penurunan tekanan tersedak:

$$\begin{aligned} \Delta P_{\text{sizing}} &= \Delta P \\ &= 25 \text{ psi} \end{aligned}$$

Hitung C_v yang dibutuhkan, nilai.

$$C_v = \frac{q}{N_1 F_p \sqrt{\frac{\Delta P_{\text{sizing}}}{\rho_1 / \rho_0}}}$$

$$= \frac{800}{1.0 \cdot 0.9 \sqrt{\frac{25}{0.5}}}$$

$$= 125.7$$

C yang dibutuhkan 125,7 melebihi kapasitas *valve* yang diasumsikan, yang memiliki: sebuah C_v dari 121. Meskipun untuk contoh ini mungkin jelas bahwa ukuran yang lebih besar berikutnya NPS 4 (DN 100)) akan menjadi ukuran *valve* yang benar, ini mungkin tidak selalu benar, dan pengulangan prosedur di atas harus dilakukan.

Sekarang, asumsikan *valve* NPS 4 (DN 100), $C_v = 203$ dan $F_L = 0,91$. Nilai-nilai ini ditentukan dari koefisien aliran meja untuk *valve* globe Fisher ES Kelas 300, NPS 4 (DN 100) dengan sangkar dengan persentase yang sama.

Hitung ulang C_v yang dibutuhkan menggunakan asumsikan C_v nilai 203 di F_P , perhitungan yaitu :

$$\Sigma K = 1.5 \left(1 - \frac{d^2}{D^2}\right)^2$$

$$= 1.5 \left(1 - \frac{4^2}{7.98^2}\right)^2$$

$$= 0.84$$

Dan

$$F_P = \left[1 + \frac{\Sigma K}{N_2} \left(\frac{C_v}{d^2}\right)^2\right]^{-1/2}$$

$$= \left[1 + \frac{0.84}{890} \left(\frac{203}{4^2}\right)^2\right]^{-1/2}$$

$$= 0.93$$

Dan

$$C_v = \frac{q}{N_1 F_P \sqrt{\frac{\Delta P_{sizing}}{\rho_1 / \rho_o}}}$$

$$= \frac{800}{1.0 \cdot 0.93 \sqrt{\frac{25}{0.5}}}$$

$$= 121.7$$

Solusi ini hanya menunjukkan bahwa *valve* NPS 4 (DN100) cukup besar untuk memenuhi kondisi servis yang diberikan. Namun, mungkin ada kasus di mana amore prediksi akurat dari C_v Dibutuhkan. Dalam kasus seperti itu, C_v yang diperlukanv harus ditentukan kembali menggunakan F_{baru} P_{nilai} berdasarkan C_v nilai yang diperoleh di atas.

Dalam contoh ini, C_v adalah 121.7, yang mengarah ke hasil berikut:

$$F_P = \left[1 + \frac{\Sigma K}{N_2} \left(\frac{C_v}{d^2}\right)^2\right]^{-1/2}$$

$$= \left[1 + \frac{0.84}{890} \left(\frac{121.7}{4^2}\right)^2\right]^{-1/2}$$

$$= 0.97$$

Dan

$$C_v = \frac{q}{N_1 F_P \sqrt{\frac{\Delta P_{sizing}}{\rho_1 / \rho_o}}}$$

$$= \frac{800}{1.0 \cdot 0.97 \sqrt{\frac{25}{0.5}}}$$

$$= 116.6$$

Karena C_v yang baru ditentukan ini adalah sangat dekat dengan C_v digunakan awalnya untuk perhitungan ulang ini (116,6 versus 121,7), prosedur ukuran valve selesai, dan kesimpulannya adalah bahwa valve NPS 4 (DN 100) yang dibuka hingga sekitar 75% dari total perjalanan harus memadai untuk spesifikasi yang diperlukan. Perhatikan bahwa untuk kasus ini, tidak perlu memperbarui F_L dan FLP nilai-nilai. Jika FL nilainya berubah di antara iterasi, nilai-nilai ini perlu diperbarui, dan C_v dihitung ulang.

4.4. Ukuran Control Valve untuk Cairan Kompresibel

Berikut ini adalah prosedur enam langkah untuk ukuran *control valve* untuk aliran kompresibel menggunakan standar ISA prosedur. Masing-masing langkah ini penting dan harus dipertimbangkan selama prosedur ukuran *valve*.

1. Tentukan variabel yang diperlukan untuk ukuran *valve* sebagai berikut:

Desain *valve* yang diinginkan (misalnya globe seimbang dengan sangkar linier), Cairan proses (udara, gas alam, uap, dll.) dan Kondisi layanan yang sesuai – q or w , P_1 , P_2 atau ΔP , T_1 , M , , dan Z_1 atau ρ_1 . Kemampuan untuk mengenali istilah mana yang sesuai untuk prosedur ukuran tertentu hanya dapat diperoleh melalui pengalaman dengan masalah ukuran *valve* yang berbeda. Jika salah satu istilah di atas tampak baru atau asing, lihat tabel Singkatan dan Terminologi untuk definisi lengkap.

2. Tentukan konstanta persamaan, N_2 ,

n_5 , dan N_6 , n_8 , atau N_9 , tergantung pada data proses yang tersedia dan unit yang digunakan. Nilai N ini adalah konstanta numerik yang terkandung dalam persamaan aliran untuk menyediakan sarana untuk menggunakan sistem satuan yang berbeda. Nilai untuk berbagai konstanta ini dan

unit yang berlaku diberikan dalam tabel Konstanta Persamaan n_6 digunakan ketika laju aliran diberikan dalam satuan aliran massa dan densitas, ρ_1 dikenal. Jika, alih-alih densitas, kompresibilitas diketahui, N_8 digunakan untuk satuan laju aliran massa dan N_9 digunakan untuk satuan laju aliran volumetrik standar.

3. Tentukan F_P , geometri perpipaan

faktor, dan x_{TP} , faktor rasio penurunan tekanan disesuaikan untuk perlengkapan yang terpasang Untuk perhitungan ini, estimasi C_v nilai dan x yang sesuai T_p digunakan. F_P adalah faktor koreksi yang memperhitungkan kerugian tekanan karena pemipaan fitting seperti *reducer*, *elbow*, atau *tee* yang mungkin dipasang langsung pada sambungan inlet dan outlet dari *control valve* yang akan diukur ukurannya. Jika alat kelengkapan tersebut dipasang pada *valve*, ini harus diperhitungkan. Prosedur ukuran standar menyediakan metode untuk: hitung F_P faktor untuk reduksi dan ekspander konsentris. Namun, jika tidak ada alat kelengkapan yang terpasang pada valve, F_P memiliki nilai 1,0 dan keluar begitu saja dari persamaan ukuran dan $x_{TP} = x_T$. NS persamaan untuk menghitung F_P ada di bagian Sizing Valves for Liquids. Pertama, cari faktor rasio panas spesifik F .

4. Tentukan rasio penurunan tekanan menjadi gunakan untuk ukuran, $x_{perekat}$, dan faktor ekspansi, Y .

Ketika perbedaan antara tekanan hulu dan hilir cukup tinggi, aliran dapat menjadi tersendat. Jika rasio penurunan tekanan aktual di *valve* x , lebih tinggi dari rasio penurunan tekanan yang menyebabkan aliran tersendak, rasio penurunan tekanan aliran tersendak, $x_{tersendak}$, harus digunakan sebagai pengganti penurunan tekanan yang sebenarnya. Saat aliran

tersedak, faktor ekspansi akan sama dengan 2/3. Hitung C
 Jika C ini nilai tidak dekat dengan perkiraan yang digunakan
 Jika C ini nilai tidak dekat dengan perkiraan yang digunakan
 pada langkah 3, ulangi menggunakan ini baru C_v nilai dan x
 yang sesuai_T dari informasi produk.

4.4.1. Menentukan Pemipaan Faktor Geometri (F_P) Faktor Rasio Penurunan Tekanan (x_{TP}) di Choked Flow with Attached Fittings

Nilai F_P untuk ukuran aliran kompresibel diperoleh dengan
 cara yang sama seperti ukuran cairan. Lihat bagian di ukuran
 cairan untuk persamaan F_P dan koefisien resistensi yang
 terkait x_{TP} ditemukan menggunakan persamaan berikut,
 menggunakan x_T nilai yang sesuai dengan *control valve* yang
 dipilih v

$$x_{TP} = \frac{\frac{X_T}{F_P^2}}{1 + \frac{X_T(K_1 + K_{B1})}{N_5} \left(\frac{C_v}{d^2}\right)^2}$$

4.4.1.1. Menentukan Tekanan

Rasio Jatuhkan yang Digunakan untuk Ukuran (x_{perekat})
 dan Faktor Ekspansi (Y) .Pertama, cari faktor rasio panas
 spesifik, F. Tentukan rasio penurunan tekanan menjadi
 gunakan untuk ukuran, x_{perekat} dan faktor

$$F_Y = \frac{Y}{1.4}$$

Kemudian, cari rasio penurunan tekanan aliran tersedak

$$x_{choked} = F_Y \cdot x_{TP}$$

Rasio penurunan tekanan yang digunakan dalam menghitung
 koefisien aliran yang dibutuhkan, x_{perekat}, kemudian lebih kecil
 dari penurunan tekanan sistem aktual, x, dan tersedak
 penurunan tekanan, x tersedak.

$$x_{choked} = F_Y \cdot x_{TP}$$

faktor ekspansi akan sama dengan 2/3. Faktor ekspansi
 dihitung menggunakan keduanya x_{perekat} dan x tersedak

$$\gamma = 1 - \frac{x_{sizing}}{3 \cdot x_{choked}}$$

4.4.1.2. Menghitung Koefisien Aliran (C_v)

Salah satu dari tiga persamaan berikut digunakan
 menghitung C_v, tergantung pada bentuk data proses. Untuk
 laju aliran massa dan densitas kompresibilitas:

$$C_v = \frac{w}{N_8 F_P P_1 Y} \sqrt{\frac{T_1 Z_1}{x_{sizing}^M}}$$

Untuk laju aliran volumetrik standar dan kompresibilitas

$$C_v = \frac{q}{N_9 F_P P_1 Y} \sqrt{\frac{M T_1 Z_1}{x_{sizing}}}$$

4.4.2. Menghitung Koefisien Aliran (Cv)

Salah satu dari tiga persamaan berikut digunakan menghitung Cv, tergantung pada bentuk data proses. Untuk laju aliran massa dan densitas kompresibilitas:

$$C_v = \frac{w}{N_8 F_P P_1 Y} \sqrt{\frac{T_1 Z_1}{x_{sizing}^M}}$$

Untuk laju aliran volumetrik standar dan kompresibilitas

$$C_v = \frac{q}{N_9 F_P P_1 Y} \sqrt{\frac{M T_1 Z_1}{x_{sizing}}}$$

4.4.3. Masalah Sampel Ukuran Cairan Kompresible

No.1

Tentukan ukuran dan persen bukaan untuk *valve* bola *Fisher* V₂₅₀ yang beroperasi dengan kondisi servis berikut. Asumsikan bahwa ukuran *valve* dan saluran adalah sama.

1. Tentukan variabel yang diperlukan untuk ukuran *valve*, Desain *valve* yang diinginkan: Valve Fisher V₂₅₀ Cairan proses: Gas alam Kondisi layanan:

$$P_1 = 200 \text{ psig} = 214,7 \text{ psi} \quad P_2 = 50 \text{ psig} = 64,7 \text{ psi} \quad \Delta P = 150 \text{ psi}$$

$$x = \Delta P / P_1 = 150 / 214,7 = 0,70$$

$$T_1 = 60 \text{ HaiF} = 520 \text{ Hai RM} = 17,38$$

$$Z_1 = 1$$

$$= 1.31$$

$$q = 6,0 \times 10^6 \text{ scfh}$$

2. Tentukan konstanta persamaan, N₂, n₅, dan N₆, n₈, atau N₉. Untuk satuan ini, menurut Tabel Konstanta Persamaan, N₂ = 890 dan N₅ = 1000. Untuk kondisi yang diberikan dalam laju aliran volumetrik standar dalam scfh dan kompresibilitas, gunakan N₉ = 7320.
3. Tentukan F_P, geometri perpipaan faktor, dan x_{TP}, faktor rasio penurunan tekanan disesuaikan untuk perlengkapan yang terpasang. Karena *valve* berukuran garis dan ada tidak ada alat kelengkapan yang terpasang, F_P = 1 dan x_{TP} = x_T. Untuk *valve* NPS 8 (DN 200) V₂₅₀ pada perjalanan 100%, x_T = 0.14.
4. Tentukan rasio penurunan tekanan menjadi gunakan untuk ukuran, x_{perekat}, dan faktor ekspansi, Y. Mulailah dengan menghitung faktor rasio panas spesifik, F:

$$\begin{aligned} F_{\gamma=1.4} &= \frac{\gamma}{1.4} \\ &= \frac{1.31}{1.4} \\ &= 0.94 \end{aligned}$$

Gunakan nilai ini untuk menemukan rasio penurunan tekanan tersedak:

$$\begin{aligned} x_{\text{choked}} &= F \gamma x_{TP} \\ &= 0.94 \cdot 0.14 \\ &= 0.131 \end{aligned}$$

Gunakan nilai ini untuk menemukan rasio penurunan tekanan tersedak:

$$x_{\text{choked}} = F \gamma x_{TP}$$

$$=0.94 \cdot 0.14$$

$$=0.131$$

Rasio penurunan tekanan aliran tersedak kurang dari rasio penurunan tekanan aktual, jadi:

$$x_{sizing} = x_{choked} = 0.131$$

Faktor ekspansi, Y , adalah:

$$\gamma = 1 - \frac{x_{sizing}}{3x_{choked}} = 0.667$$

5. Hitung C_v .

$$C_v = \frac{q}{N_9 F P P_1 Y} \sqrt{\frac{M T_1 Z_1}{x_{sizing}}}$$

$$C_v = \frac{6.0 \times 10^6}{7320 \cdot 1.0 \cdot 214.7 \cdot 0.667} \sqrt{\frac{17.38 \cdot 520 \cdot 1.0}{0.131}} C_v = 1504$$

Hasil ini menunjukkan bahwa ukuran *valve* cukup untuk melewati aliran (dinilai $C_v = 2190$). Untuk menentukan persen pembukaan *valve*, perhatikan bahwa C_v yang diperlukan terjadi pada sekitar 83°C untuk *valve* yang dipilih. Perhatikan juga bahwa, pada 83°C , x_T nilainya adalah 0,219, yang secara substansial berbeda dari nilai pengenal 0,137 digunakan awalnya dalam masalah. Langkah selanjutnya adalah pengerjaan ulang masalah menggunakan x_T nilai untuk perjalanan 83°C .

Hitung ulang $x_{tersedak}$

$$\begin{aligned} x_{choked} &= F_Y x_{TP} \\ &= 0.94 \cdot 0.219 \\ &= 0.205 \end{aligned}$$

Aliran masih tersedat, sehingga dibutuhkan C_v sekarang

$$C_v = \frac{q}{N_9 F P P_1 Y} \sqrt{\frac{M T_1 Z_1}{x_{sizing}}}$$

$$C_v = \frac{6.0 \times 10^6}{7320 \cdot 1.0 \cdot 214.7 \cdot 0.667} \sqrt{\frac{17.38 \cdot 520 \cdot 1.0}{0.219}}$$

$$C_v = 1203$$

Alasan bahwa C_v yang diperlukan telah menurun secara dramatis dapat diatribusikan hanya untuk perbedaan x_T nilai pada nilai dan perjalanan 83°C . Melanjutkan proses ini sampai final diperlukan C_v diperoleh hasil dalam $C_v = n$ $x_T = 0,372$ pada sekitar 74°C perjalanan Masalah Sampel Ukuran Cairan Kompresibel No. 2.

Asumsikan uap dipasang ke proses yang dirancang untuk beroperasi pada 250 psig (17,2 bar). Sumber suplai adalah *header* yang dipertahankan pada 500 psig (34,5 bar) dan 260°C (500°F). Jalur jadwal standar NPS 6 (DN 150) dari steam main ke proses sedang direncanakan. Juga, buat asumsi bahwa jika ukuran *valve* yang dibutuhkan kurang dari NPS 6 (DN 150), itu akan dipasang menggunakan reduksi konsentris. Tentukan *valve Fisher ED* yang sesuai dengan sangkar linier.

1. Tentukan variabel yang diperlukan untuk ukuran *valve*:

Desain *valve* yang diinginkan: *Valve Fisher ED* Kelas 300 dengan sangkar linier. Asumsikan ukuran *valve* adalah NPS 4

(DN 100). Cairan proses: uap super panas Mulailah dengan menghitung faktor rasio panas spesifik, F.

$$F_{\gamma} = \frac{\gamma}{1.4}$$

$$= \frac{1.31}{1.4}$$

$$= 0.94$$

Gunakan nilai ini untuk menemukan rasio penurunan tekanan tersedak

$$x_{choked} = F_{\gamma} x_{TP}$$

$$= 0.94 \cdot 0.14$$

$$= 0.131$$

Rasio penurunan tekanan aliran tersedak kurang dari rasio penurunan tekanan aktual, jadi:

$$x_{sizing} = x_{choked} = 0.131$$

Faktor ekspansi, Y, adalah:

$$\gamma = 1 - \frac{x_{sizing}}{3x_{choked}} = 0.667$$

Perhatikan juga bahwa, pada 83 pembukaan derajat, x_T nilainya adalah 0,219, yang secara substansial berbeda dari nilai pengenalan 0,137 digunakan awalnya dalam masalah. Langkah selanjutnya adalah pengerjaan ulang masalah menggunakan x_T nilai untuk perjalanan 83 °C.

Hitung ulang $x_{tersedak}$:

$$x_{choked} = F_{\gamma} x_{TP}$$

$$= 0.94 \cdot 0.219$$

$$= 0.205$$

Aliran masih tersedat, sehingga dibutuhkan Cv sekarang

$$C_v = \frac{q}{N_9 F_p P_1 Y} \sqrt{\frac{M T_1 Z_1}{x_{sizing}}}$$

$$C_v = \frac{6.0 \times 10^6}{7320 \cdot 1.0 \cdot 214.7 \cdot 0.667} \sqrt{\frac{17.38 \cdot 520 \cdot 1.0}{0.219}}$$

$$C_v = 1203$$

Alasan bahwa C yang diperlukan telah menurun secara dramatis dapat diatribusikan hanya untuk perbedaan x_T nilai pada nilai dan perjalanan 83°C. Melanjutkan proses ini sampai final diperlukan Cv diperoleh hasil dalam $C_v = n x_T = 0,372$ pada sekitar 74°C perjalanan.

4.4.4. Masalah Sampel Ukuran Cairan Kompresibel No.2

Asumsikan uap dipasok ke proses yang dirancang untuk beroperasi pada 250 psig (17,2 bar). Sumber suplai adalah header yang dipertahankan pada 500 psig (34,5 bar) dan 260 °C (500 °F). Jalur jadwal standar NPS 6 (DN 150) dari steam main ke proses sedang direncanakan. Juga, buat asumsi bahwa jika ukuran *valve* yang dibutuhkan kurang dari NPS 6 (DN 150), itu akan dipasang menggunakan reduksi konsentris. Tentukan *valve Fisher ED* yang sesuai dengan sangkar linier.

1. Tentukan variabel yang diperlukan untuk ukuran *valve*. Desain *valve* yang diinginkan *Valve Fisher ED* Kelas 300 dengan sangkar linier. Asumsikan ukuran *valve* adalah NPS 4 (DN 100). Cairan proses: uap super panas Pipa jadwal standar 6 inci memiliki D = 6,1 inci

Kondisi layanan:

$$w = 125.000 \text{ lb/jam}$$

$$P_1 = 500 \text{ psig} = 514,7 \text{ psi}$$

$$P_2 = 250 \text{ psig} = 264,7 \text{ psi}$$

$$\Delta P = 250 \text{ psi}$$

$$x = \Delta P / P_1 = 250 / 514,7 = 0,49 \text{ T}_1$$

$$= 260 \text{ }^\circ\text{C} (500 \text{ }^\circ\text{F})$$

$$\rho_1 = 1,042 \text{ lbm/ft}^3$$

$$= 1,33$$

Mulailah dengan mencoba *valve* NPS 4 (DN 100) ED dengan linear trimat 100% travel:

$$C_v = 236$$

$$x_T = 0,690$$

2. Tentukan konstanta persamaan, N_2 , n_5 , dan N_6 , n_8 , atau N_9 . Untuk satuan ini, menurut Tabel Konstanta Persamaan, $N_2 = 890$ dan $N_5 = 1000$. Untuk kondisi yang diberikan dalam laju aliran massa dalam lb/jam dan densitas dalam lb/ft³, gunakan $N_6 = 63.3$.
3. Tentukan F_P , geometri perpipaan faktor, dan x_{TP} , faktor rasio penurunan tekanan disesuaikan untuk perlengkapan yang terpasang. Karena ukuran pipa hulu dan hilir sama, maka koefisien hambatan yang dibutuhkan adalah:

$$K_1 = 0.5 \left(1 - \frac{d^2}{D_1^2}\right)^2$$

$$= 0.5 \left(1 - \frac{4^2}{6.1^2}\right)^2$$

$$= 0.16$$

$$K_{B1} = 1 - \left(\frac{d}{D^2}\right)^4$$

$$= 1 - \left(\frac{4}{6.1}\right)^4$$

$$= 0.82$$

Dan

$$\Sigma K = 1.5 \left(1 - \frac{d^2}{D_1^2}\right)^2$$

$$= 1.5 \left(1 - \frac{4^2}{6.1^2}\right)^2$$

$$= 0.49$$

Sekarang, hitung F_P :

$$F_P = \left[1 + \frac{\Sigma K}{N_2} \left(\frac{C_v}{d^2}\right)^2\right]^{-1/2}$$

$$= \left[1 + \frac{0.49}{890} \left(\frac{236}{4^2}\right)^2\right]^{-1/2}$$

$$= 0.95$$

Akhirnya, hitung x_{TP}

$$x_{TP} = \frac{\frac{x_T}{F_P^2}}{1 + \frac{x_T(K_1 + K_{B1})}{N_5} \left(\frac{C_v}{d^2}\right)^2}$$

$$= \frac{\frac{0.69}{0.945^2}}{1 + \frac{0.69(0.16+0.82)}{1000} \left(\frac{236}{4^2}\right)^2}$$

$$= 0.67$$

4. Tentukan rasio penurunan tekanan yang akan digunakan untuk ukuran, x_{perekat} dan faktor ekspansi Y. Mulailah dengan menghitung faktor rasio panas spesifik F:

$$\begin{aligned} F_{\gamma=1.4} &= \frac{\gamma}{1.4} \\ &= \frac{1.33}{1.4} \\ &= 0.95 \end{aligned}$$

Gunakan nilai ini untuk menemukan rasio penurunan tekanan tersedak

$$\begin{aligned} x_{\text{choked}} &= F_{\gamma} x_{TP} \\ &= 0.95 \cdot 0.67 \\ &= 0.64 \end{aligned}$$

Rasio penurunan tekanan aliran tersedak lebih besar dari rasio penurunan tekanan aktual, jadi:

Faktor ekspansi, Y, adalah:

$$Y = 1 - \frac{x_{\text{sizing}}}{3x_{\text{choked}}} = 0.75$$

Hitung C

$$\begin{aligned} C_v &= \frac{w}{N_6 F P Y \sqrt{x_{\text{sizing}} P_1 \rho_1}} \\ C_v &= \frac{125,00}{63.3 \cdot 0.945 \cdot 0.75 \sqrt{0.49 \cdot 514.7 \cdot 1.02}} \\ &= 173 \end{aligned}$$

Iterasi menggunakan x_T nilai dari katalog produk menghasilkan yang diperlukan $C_v = 169$ dan $x_T = 0,754$. Ini terjadi pada sekitar 66% terbuka, sehingga NPS 4 (DN 100) Valve ED dengan trim linier akan menjadi solusi yang dapat diterima sehubungan dengan kapasitas.

BAB 5

MOBILE SYSTEM

5.1. Pengantar Dan Pengertian *System Mobile*

Mobile adalah kata sifat yang berarti dapat bergerak atau dapat digerakkan dengan bebas dan mudah. Namun *mobile* dapat pula diartikan sebuah benda yang berteknologi tinggi dan dapat bergerak tanpa menggunakan kabel. Contohnya seperti smartphone, PDA, dan tablet. *Mobile* juga bisa diartikan kendaraan bermotor yang dapat bergerak. *Mobile* bersifat bebas seperti air dan dapat mengalir kemanapun. *Mobile* dapat berubah dan diubah dengan mudah. Jadi ada gambaran awal tentang *mobile*. Pengertian yang dibahas disini memang umum tidak sebatas smartphone atau handphone. *Mobile* bisa saja sebuah program yang dapat menjangkau seluruh tempat bisa diakses dengan mudah dan dapat diganti kapan saja tanpa kesulitan.

(Sumber : <http://id.wikipedia.org/wiki/Mobile> / 8 Oktober 2012).

Siapa yang tidak terhubung dengan jaringan internet di era sekarang? Mungkin hanya ada sedikit yang belum menggunakannya dikarenakan akses yang terbatas dan lain-

lain. Jika Anda tinggal di kota besar, maka kami yakin Anda adalah salah satu penggunanya.

Namun, tahukah Anda bahwa jaringan internet sekarang ternyata tidak sama halnya dengan apa yang ada di zaman dulu? Jaringan internet seluler telah berkembang pesat sejak pertama kali jaringan seluler digunakan tahun 1980. Tingkat kecepatan serta dukungan transfer datanya sudah semakin canggih dan juga modern.

Tingkat Generasi radio bergerak pertama diawali dengan Radio bergerak generasi 1G hingga sekarang munculnya generasi kelima (5G). Personal communication service (PCS), dan sistem radio bergerak 3G generasi ketiga adalah semua jaringan komunikasi nirkabel seluler yang menyediakan komunikasi suara dan data di seluruh wilayah geografis yang luas. Sistem seluler membagi area 'area geografis besar' menjadi area radio kecil (sel) yang saling berhubungan satu sama lain. Setiap area cakupan sel memiliki satu atau beberapa pemancar dan penerima yang berkomunikasi dengan telepon seluler di dalam areanya.

Sistem seluler menghubungkan radio bergerak (disebut stasiun bergerak) melalui saluran radio ke stasiun pangkalan. Beberapa saluran radio (atau bagian dari saluran radio digital) digunakan untuk tujuan kontrol (pengaturan dan pemutusan panggilan) dan beberapa digunakan untuk mentransfer sinyal suara atau data pelanggan. Setiap base station berisi pemancar dan penerima yang mengubah sinyal radio menjadi sinyal listrik yang dapat dikirim ke dan dari mobile switching center (MSC). MSC berisi pengontrol komunikasi yang mengadaptasi sinyal dari base station ke dalam bentuk yang dapat dihubungkan (switched) antara base station lain atau ke jalur yang terhubung ke jaringan

telepon umum. Sistem switching terhubung ke database yang berisi pelanggan aktif (pelanggan aktif dalam sistemnya).

Ketika dihubungkan bersama untuk mencakup seluruh area metro, area jangkauan radio (disebut sel) membentuk struktur seluler yang menyerupai sarang lebah. Sistem seluler dirancang untuk tumpang tindih setiap batas sel dengan batas sel yang berdekatan untuk memungkinkan "lepas tangan" dari satu sel ke sel berikutnya. Saat pelanggan (disebut pelanggan) bergerak melalui sistem seluler, pusat *switching* seluler (MSC) mengoordinasikan dan mentransfer panggilan dari satu sel ke sel lain dan mempertahankan kontinuitas panggilan.

Penggerak utama untuk pertumbuhan pasar telepon seluler termasuk ketersediaan layanan teknologi nirkabel baru (3G) dan pasar pengganti untuk telepon seluler dengan kemampuan baru seperti telepon kamera, layar berwarna, dan peningkatan kemampuan aksesori.

Teknologi: Teknologi utama yang digunakan dalam radio bergerak seluler meliputi penggunaan kembali frekuensi seluler, seluler analog (generasi ke-1), radio seluler digital (generasi ke-2), radio digital berbasis paket (generasi ke-2), dan radio pita lebar (generasi ke-3).

Penggunaan Kembali Frekuensi Seluler: Untuk menghemat spektrum radio yang terbatas (jumlah maksimum saluran radio yang tersedia), konsep sistem seluler dikembangkan. Sistem seluler memungkinkan penggunaan kembali frekuensi saluran yang sama berkali-kali dalam area cakupan geografis. Teknik, yang disebut penggunaan kembali frekuensi, memungkinkan suatu sistem untuk memberikan layanan kepada lebih banyak pelanggan

(disebut kapasitas sistem) dengan menggunakan kembali saluran yang tersedia di wilayah geografis.

5.1.1. Generasi

5.1.1.1. Radio Seluler Analog

Untuk memungkinkan konversi dari sistem analog ke sistem digital, beberapa teknologi seluler memungkinkan penggunaan telepon seluler mode ganda atau *multi-mode*. *Handset* ini mampu beroperasi pada saluran radio analog atau digital, tergantung mana yang tersedia. Sebagian besar ponsel mode ganda lebih suka menggunakan saluran radio digital, jika keduanya tersedia. Hal ini memungkinkan mereka untuk memanfaatkan kapasitas tambahan dan fitur baru seperti pesan singkat dan kualitas suara digital, serta menawarkan kapasitas yang lebih besar.

Terlepas dari ukuran dan jenis saluran radio, semua sistem seluler dan PCS memungkinkan operasi dupleks penuh. Operasi dupleks penuh adalah kemampuan untuk memiliki komunikasi simultan antara penelepon dan orang yang dipanggil. Ini berarti telepon seluler harus mampu mengirim dan menerima secara bersamaan ke menara radio. Saluran radio dari telepon seluler ke menara radio disebut uplink dan saluran transmisi radio dari base station ke telepon seluler disebut downlink. Saluran radio uplink dan downlink biasanya dipisahkan oleh 45 MHz hingga 80 MHz.

Salah satu karakteristik kunci dari sistem seluler adalah kemampuannya untuk melakukan handoff (juga disebut *handover*) panggilan dari satu menara radio ke menara radio lainnya saat panggilan sedang dalam proses. *Handoff* adalah proses otomatis yang merupakan hasil pemantauan sistem dan pesan kontrol singkat yang dikirim antara ponsel dan sistem saat panggilan sedang berlangsung. Pesan kontrol

sangat singkat sehingga pelanggan biasanya tidak dapat merasakan bahwa *handoff* telah terjadi.

Sistem seluler analog secara teratur dicirikan oleh penggunaan modulasi analog (biasanya modulasi FM) untuk mentransfer informasi suara. Ironisnya, hampir semua sistem seluler analog menggunakan saluran radio terpisah untuk mengirim pesan kontrol sistem. Ini adalah saluran radio digital.

Pada sistem radio seluler awal, telepon seluler memindai sejumlah saluran yang tersedia sampai menemukan saluran yang tidak digunakan, yang memungkinkannya untuk memulai panggilan. Karena sistem seluler analog yang digunakan saat ini memiliki ratusan saluran radio, telepon seluler tidak dapat memindai semuanya dalam waktu yang wajar. Untuk mengarahkan telepon seluler dengan cepat ke saluran yang tersedia, beberapa saluran radio yang tersedia didedikasikan sebagai saluran kontrol. Sebagian besar sistem seluler hanya membawa pesan dan sinyal digital, yang memungkinkan telepon seluler mengambil informasi kontrol sistem dan bersaing untuk mendapatkan akses.

Operasi dasar dari sistem seluler analog melibatkan inisiasi telepon saat dihidupkan, mendengarkan pesan paging (idle), mencoba mengakses saat diperlukan dan mode percakapan (atau data).

Ketika telepon seluler pertama kali dihidupkan, ia menginisialisasi dirinya sendiri dengan mencari (memindai) satu set saluran kontrol yang telah ditentukan dan kemudian menyetel ke yang terkuat. Selama mode inisialisasi, ia mendengarkan pesan pada saluran kontrol untuk mengambil identifikasi sistem dan informasi pengaturan.

Setelah inisialisasi, telepon seluler memasuki mode siaga dan menunggu untuk menerima panggilan masuk dan merasakan jika pengguna telah memulai (memutar) panggilan (akses). Ketika panggilan mulai diterima atau dimulai, telepon seluler memasuki mode akses sistem untuk mencoba mengakses sistem melalui saluran kontrol. Ketika memperoleh akses, saluran kontrol mengirimkan pesan penunjukan saluran suara awal yang menunjukkan saluran suara terbuka.

Telepon seluler kemudian menyetel saluran suara yang ditentukan dan memasuki mode percakapan. Karena telepon seluler beroperasi pada saluran suara, sistem ini menggunakan Modulasi Frekuensi (FM) yang serupa dengan radio FM siaran komersial. Untuk mengirim pesan kontrol pada saluran suara, informasi suara diganti dengan pesan singkat (blank dan burst) atau dalam beberapa sistem,

Upaya telepon seluler untuk mendapatkan layanan dari sistem seluler disebut sebagai "akses". Telepon seluler bersaing di saluran kontrol untuk mendapatkan akses dari sistem seluler. Akses dicoba ketika perintah diterima oleh telepon seluler yang menunjukkan bahwa sistem perlu melayani telepon seluler tersebut (seperti pesan paging yang menunjukkan panggilan yang akan diterima) atau sebagai akibat dari permintaan dari pengguna untuk melakukan panggilan. Telepon seluler memperoleh akses dengan memantau status sibuk/menganggur dari saluran kontrol baik sebelum dan selama transmisi pesan upaya akses. Jika saluran tersedia, stasiun bergerak mulai mentransmisikan dan stasiun pangkalan secara bersamaan memantau status sibuk saluran.

Jika upaya akses berhasil, sistem mengirimkan pesan penetapan saluran yang memerintahkan telepon seluler untuk menyetel ke saluran suara seluler. Ketika pelanggan menghubungi telepon seluler untuk memulai panggilan, itu disebut "asal". Pesan upaya akses asal panggilan dikirim ke sistem seluler yang berisi nomor yang dihubungi, informasi identitas bersama dengan informasi lainnya. Jika sistem mengizinkan layanan, sistem akan menetapkan saluran suara dengan mengirimkan pesan penunjuk saluran suara, jika saluran suara tersedia. Jika upaya akses gagal, telepon seluler menunggu beberapa waktu secara acak sebelum mencoba lagi.

Stasiun bergerak menggunakan algoritme pembangkit angka acak secara internal untuk menentukan waktu acak untuk menunggu. Interval waktu acak sebelum mencoba lagi jika mereka telah bertabrakan pada upaya simultan pertama mereka.

Untuk menerima panggilan, telepon seluler diberitahu tentang panggilan masuk dengan proses yang disebut paging. Halaman adalah pesan saluran kontrol yang berisi Nomor Identifikasi Seluler (MIN) telepon atau nomor telepon dari telepon seluler yang diinginkan. Ketika telepon menentukan telah di-page, ia merespons secara otomatis dengan pesan akses sistem yang menunjukkan bahwa upaya aksesnya adalah hasil dari pesan halaman dan telepon seluler mulai berdering untuk memperingatkan pelanggan tentang panggilan telepon masuk. Ketika pelanggan menjawab panggilan (pengguna menekan "KIRIM" atau "TALK"), telepon seluler mengirimkan permintaan layanan ke sistem untuk menjawab panggilan. Ini dilakukan dengan mengirimkan nomor telepon dan nomor seri elektronik untuk memberikan identitas pengguna.

Setelah telepon seluler diperintahkan untuk menyetel saluran suara radio, sebagian besar akan mengirimkan suara atau informasi pelanggan lainnya. Secara berkala, pesan kontrol dapat dikirim antara stasiun pangkalan dan telepon seluler. Pesan kontrol dapat memerintahkan telepon seluler untuk menyesuaikan tingkat dayanya, mengubah frekuensi, atau meminta layanan khusus (seperti panggilan tiga arah).

Untuk menghemat masa pakai baterai, telepon seluler mungkin diizinkan oleh stasiun pangkalan untuk hanya mentransmisikan ketika merasakan pengguna telepon seluler sedang berbicara. Bila ada keheningan, telepon seluler mungkin berhenti mentransmisi untuk waktu yang singkat (beberapa detik). Ketika pengguna telepon seluler mulai berbicara lagi, pemancar dihidupkan kembali. Ini disebut transmisi terputus-putus.

5.1.1.2. Sistem Seluler Analog

Ada banyak jenis sistem seluler analog dan digital yang digunakan di seluruh dunia. Sistem analog termasuk AMPS, TACS, JTACS, NMT, MCS dan CNET. Layanan Telepon Seluler Lanjutan (AMPS): Advanced Mobile Phone Service (AMPS) adalah sistem seluler analog asli di Amerika Serikat. Hal ini masih digunakan secara luas dan pada tahun 1997 sistem AMPS beroperasi di lebih dari 72 negara. Sistem AMPS terus berkembang untuk memungkinkan fitur-fitur canggih seperti peningkatan waktu siaga, saluran radio narrowband, dan prosedur otentikasi anti-penipuan.

5.1.1.3. Sistem Komunikasi Akses Total (TACS)

Total Access Communication System (TACS) sangat mirip dengan sistem AMPS EIA-553 AS. Perbedaan utamanya meliputi perubahan frekuensi saluran radio, bandwidth

saluran radio, dan kecepatan pensinyalan data. TACS diperkenalkan ke Inggris pada tahun 1985. Setelah diperkenalkan di Inggris pada tahun 1985, lebih dari 25 negara menawarkan layanan TACS. Pengenalan sistem TACS sangat sukses dan sistem diperluas untuk menambah lebih banyak saluran melalui apa yang disebut Extended TACS (ETACS). Sistem TACS digunakan di saluran radio 25 kHz, dibandingkan dengan saluran 30 kHz yang digunakan di AMPS. Bandwidth radio yang lebih sempit ini mengurangi kecepatan data saluran pensinyalan.

5.1.1.4. Telepon Seluler Nordik (NMT)

Ada dua sistem *Nordic Mobile Telephone* (NMT); NMT 450 yang merupakan sistem berkapasitas rendah dan NMT 900 yang merupakan sistem berkapasitas tinggi. Sistem telepon seluler Nordik (NMT) dikembangkan oleh administrasi telekomunikasi Swedia, Norwegia, Finlandia, dan Denmark untuk menciptakan sistem telepon seluler yang kompatibel di negara-negara Nordik. Sistem seluler NMT 450 komersial pertama tersedia pada akhir tahun 1981. Karena keberhasilan yang cepat dari sistem NMT 450 awal dan kapasitas terbatas dari desain sistem asli, versi sistem NMT 900 diperkenalkan pada tahun 1986. Sekarang ada lebih dari 40 negara yang memiliki layanan NMT tersedia. Beberapa negara ini menggunakan pita frekuensi yang berbeda atau mengurangi jumlah saluran.

Sistem NMT 450 menggunakan frekuensi yang lebih rendah (450 MHz) dan tingkat daya pemancar maksimum yang lebih tinggi yang memungkinkan area cakupan situs sel yang lebih besar sedangkan sistem NMT 900 menggunakan frekuensi yang lebih tinggi (kira-kira sama dengan pita 900 MHz yang digunakan untuk TACS dan GSM) dan

menurunkan daya pemancar maksimum yang meningkatkan kapasitas sistem. Sistem NMT 450 dan NMT 900 dapat hidup berdampingan yang memungkinkan mereka untuk menggunakan pusat switching yang sama. Hal ini memungkinkan beberapa penyedia layanan NMT untuk mulai menawarkan layanan dengan sistem NMT 450 dan maju ke sistem NMT 900 saat dibutuhkan.

5.1.1.5. AMPS pita sempit (NAMPS)

Narrowband Advanced Mobile Phone Service (NAMPS) adalah sistem seluler analog yang diperkenalkan secara komersial oleh Motorola pada akhir tahun 1991 dan digunakan di seluruh dunia. Seperti teknologi AMPS yang ada, NAMPS menggunakan radio FM analog untuk transmisi suara. Fitur yang membedakan NAMPS adalah penggunaan bandwidth 10 kHz yang “sempit” untuk saluran radio, sepertiga dari ukuran saluran AMPS. Karena lebih banyak saluran radio yang lebih sempit ini dapat dipasang di setiap situs sel, sistem NAMPS dapat melayani lebih banyak pelanggan daripada sistem AMPS tanpa menambahkan situs sel baru. NAMPS juga menggeser beberapa perintah kontrol ke rentang frekuensi sub-audible untuk memfasilitasi transmisi suara dan data secara simultan.

5.1.1.6. Sistem Seluler Seluler Jepang (MCS)

Jepang meluncurkan sistem seluler komersial pertama di dunia pada tahun 1979. Karena sistem ini telah mencapai sukses besar, beberapa jenis sistem seluler telah berkembang di Jepang. Ini termasuk sistem MCS-L₁, MCS-L₂, JTACS dan NTACS.

MCS-L₁ adalah sistem seluler pertama di Jepang, yang dikembangkan dan dioperasikan oleh NTT. Sistem ini

beroperasi pada pita 800 MHz. Bandwidth saluran adalah 25 kHz dan pensinyalan pada 300 bps. Saluran kontrol disiarkan secara simultan dari semua stasiun pangkalan di area lokal. Ini membatasi kapasitas maksimum sistem MCS-L₁.

Karena sistem MCS-L₁ hanya dapat melayani pelanggan dalam jumlah terbatas, sistem MCS-L₂ dikembangkan. Ini menggunakan pita frekuensi yang sama dengan sistem MCS-L₁. Radio menggunakan dua jenis saluran radio, saluran kontrol dan saluran suara. Saluran kontrol bandwidth saluran berkurang dari 25 kHz menjadi 12,5 kHz dengan interleaving 6,25 kHz. Ini memberikan sistem MCS-L₂ 2.400 saluran. Saluran kontrol mentransfer informasi pada 2.400 bps dan saluran suara dapat menggunakan pensinyalan in-band (blank dan burst) pada 2.400 bps atau pensinyalan audio digital sub-band pada 150 bps. Telepon seluler MCS-L₂ memiliki penerimaan keanekaragaman (mirip dengan penerimaan keanekaragaman yang digunakan di BTS). Meskipun hal ini meningkatkan biaya dan ukuran telepon seluler, hal ini juga meningkatkan kinerja dan jangkauan sistem seluler.

5.1.1.7. CNET

CNET adalah sistem seluler analog yang digunakan di Jerman, Portugal, dan Afrika Selatan. Sistem CNET pertama mulai beroperasi di Jerman pada tahun 1985. Tujuan utama dari sistem CNET adalah untuk menjembatani kesenjangan sistem seluler di Jerman sampai sistem digital Eropa dapat diperkenalkan.

5.1.1.8. MATS-E

Sistem MATS-E digunakan di Perancis dan Kuwait. Sistem MATS-E menggabungkan banyak fitur yang

digunakan dalam sistem seluler yang berbeda. MATS-E menggunakan pita frekuensi telepon seluler standar Eropa

5.1.2. Radio Selular Digital

Dua tipe dasar sistem; analog dan digital. Sistem analog biasanya menggunakan modulasi FM untuk mentransfer informasi suara dan sistem digital menggunakan beberapa bentuk modulasi fase untuk mentransfer informasi suara dan data digital. Meskipun sistem analog mampu menyediakan banyak layanan yang ditawarkan sistem digital, sistem digital menawarkan fleksibilitas tambahan karena banyak fitur dapat dibuat oleh perubahan perangkat lunak.

Sistem seluler digital menggunakan dua jenis saluran komunikasi utama, saluran kontrol dan saluran suara. Saluran kontrol pada sistem digital biasanya merupakan salah satu sub-saluran pada saluran radio. Hal ini memungkinkan sistem digital untuk menggabungkan saluran kontrol dan satu atau lebih saluran suara pada satu saluran radio. Bagian dari saluran radio yang didedikasikan sebagai saluran kontrol hanya membawa pesan dan sinyal digital yang memungkinkan telepon seluler untuk mengambil informasi kontrol sistem dan bersaing untuk mendapatkan akses. Sub-saluran lain pada saluran radio membawa informasi suara atau data.

Operasi dasar sistem seluler digital melibatkan inisiasi telepon saat dihidupkan, mendengarkan pesan paging (idle), mencoba mengakses saat diperlukan dan mode percakapan (atau data). Ketika telepon seluler digital pertama kali dihidupkan, ia menginisialisasi dirinya sendiri dengan mencari (memindai) satu set saluran kontrol yang telah

ditentukan dan kemudian menyetel ke yang terkuat. Selama mode inisialisasi, ia mendengarkan pesan pada saluran kontrol untuk mengambil identifikasi sistem dan informasi pengaturan. Dibandingkan dengan sistem analog, sistem digital memiliki lebih banyak saluran komunikasi dan kontrol. Hal ini dapat mengakibatkan ponsel membutuhkan lebih banyak waktu untuk mencari saluran kontrol. Untuk mengarahkan telepon seluler dengan cepat ke saluran kontrol yang tersedia, sistem digital menggunakan beberapa proses untuk membantu telepon seluler menemukan saluran kontrol yang tersedia. Ini termasuk membuat ponsel mengingat lokasi saluran kontrol terakhir yang berhasil,

Setelah telepon seluler digital diinisialisasi, ia memasuki mode siaga di mana ia menunggu untuk menerima panggilan masuk atau bagi pengguna untuk memulai panggilan. Ketika panggilan mulai diterima atau dimulai, telepon seluler memasuki mode akses sistem untuk mencoba mengakses sistem melalui saluran kontrol. Ketika memperoleh akses, saluran kontrol mengirimkan pesan penunjukan saluran lalu lintas digital yang menunjukkan saluran komunikasi terbuka. Saluran ini mungkin berada pada slot waktu yang berbeda pada frekuensi yang sama atau pada slot waktu pada frekuensi yang berbeda. Telepon seluler digital kemudian menyetel saluran komunikasi yang ditentukan dan memasuki mode percakapan. Karena telepon seluler beroperasi pada saluran suara digital, sistem digital biasanya menggunakan beberapa bentuk modulasi fase (PM) untuk mengirim dan menerima informasi digital.

Upaya telepon seluler untuk mendapatkan layanan dari sistem seluler disebut sebagai "akses". Telepon seluler digital bersaing di saluran kontrol untuk mendapatkan akses dari sistem seluler. Akses dicoba ketika perintah diterima oleh

telepon seluler yang menunjukkan bahwa sistem perlu melayani telepon seluler tersebut (seperti pesan paging yang menunjukkan panggilan yang akan diterima) atau sebagai akibat dari permintaan dari pengguna untuk melakukan panggilan. Telepon seluler digital biasanya memiliki kemampuan untuk memvalidasi identitasnya lebih aman selama akses daripada telepon seluler analog. Ini dimungkinkan oleh proses yang disebut otentikasi. Proses otentikasi berbagi data rahasia antara ponsel digital dan sistem seluler.

Jika otentikasi berhasil, sistem mengirimkan pesan penetapan saluran yang memerintahkan telepon seluler untuk beralih ke saluran komunikasi baru dan percakapan dapat dimulai.

Setelah telepon seluler diperintahkan untuk menyetel saluran suara radio, telepon tersebut akan mengirimkan suara digital atau data pelanggan lainnya. Secara berkala, pesan kontrol dapat dikirim antara stasiun pangkalan dan telepon seluler. Pesan kontrol dapat memerintahkan telepon seluler untuk menyesuaikan tingkat dayanya, mengubah frekuensi, atau meminta layanan khusus (seperti panggilan tiga arah). Untuk mengirim pesan kontrol saat ponsel digital sedang mentransfer suara digital, informasi suara diganti dengan short burst (disebut blank dan burst atau fast signaling), atau pesan kontrol dapat dikirim bersama dengan sinyal suara digital (disebut slow sinyal).

Sebagian besar telepon digital secara otomatis menghemat masa pakai baterai karena hanya mentransmisikan untuk waktu yang singkat (meledak). Selain penghematan melalui transmisi burst digital, telepon digital biasanya memiliki kemampuan transmisi terputus-

putus yang memungkinkan penghambatan pemancar selama periode keheningan pengguna. Ketika pengguna telepon seluler mulai berbicara lagi, pemancar dihidupkan kembali. Kombinasi penghematan daya memungkinkan beberapa telepon seluler digital memiliki masa pakai baterai 2 hingga 5 kali lipat dalam mode transmisi. Teknologi digital meningkatkan efisiensi sistem dengan digitalisasi suara, kompresi ucapan (*coding*), pengkodean saluran, dan penggunaan modulasi sinyal radio yang efisien secara spektral.

Digitalisasi suara standar di *Public Switched Telephone Network* (PSTN) menghasilkan kecepatan data 64 kilobit per detik (kbps). Karena transmisi sinyal digital melalui radio membutuhkan sekitar 1 Hz bandwidth radio untuk setiap bps, sinyal suara digital yang tidak terkompresi akan membutuhkan bandwidth radio lebih dari 64 kHz. Tanpa kompresi, bandwidth ini akan membuat transmisi digital kurang efisien dibandingkan seluler FM analog, yang hanya menggunakan 25-30 kHz untuk satu saluran suara. Oleh karena itu, sistem digital memampatkan informasi ucapan menggunakan kode suara atau Vocoder. Pengkodean ucapan menghilangkan redundansi dalam sinyal digital dan mencoba mengabaikan pola data yang bukan merupakan karakteristik suara manusia. Hasilnya adalah sinyal digital yang mewakili konten spektrum frekuensi audio suara, bukan bentuk gelombang.

Avocoder mencirikan sinyal input. Itu mencari kode dalam tabel buku kode yang mewakili berbagai pola digital untuk memilih pola yang paling dekat dengan sinyal digital input. Jumlah kompresi ucapan digital yang digunakan dalam sistem seluler digital bervariasi. Untuk IS-136 sistem TDMA, kompresinya 8:1. Untuk CDMA, kompresi bervariasi

dari 8:1 hingga 64:1 tergantung pada aktivitas bicara. Sistem GSM memampatkan suara dengan 5:1.

5.1.2. Sistem Global untuk Komunikasi Seluler (GSM)

Sistem Global System for Mobile Communications (GSM) adalah sistem radio digital global yang menggunakan *Teknologi Time Division Multiple Access (TDMA)*. GSM adalah Teknologi seluler digital yang awalnya dibuat untuk menyediakan sistem seluler pan-Eropa standar tunggal. GSM mulai dikembangkan pada tahun 1982, dan sistem seluler digital GSM komersial pertama diaktifkan pada tahun 1991. Teknologi GSM telah berkembang untuk digunakan dalam berbagai sistem dan frekuensi (900 MHz, 1800 MHz dan 1900 MHz) termasuk *Personal Communications Services (PCS)* di Amerika Utara dan *sistem Personal Communications Network (PCN)* di seluruh dunia. Pada pertengahan tahun 2003, 510 jaringan di 200 negara menawarkan layanan GSM.

Sistem GSM adalah sistem digital saja dan tidak dirancang untuk kompatibel dengan sistem analog yang sudah ada. Pita radio GSM digunakan bersama untuk sementara dengan sistem seluler analog di beberapa negara Eropa. Saat berkomunikasi dalam sistem GSM, pengguna dapat beroperasi pada saluran radio yang sama secara bersamaan dengan berbagi slot waktu. Sistem seluler GSM memungkinkan 8 telepon seluler untuk berbagi bentuk gelombang pembawa radio bandwidth 200 kHz tunggal untuk komunikasi suara atau data. Untuk memungkinkan operasi dupleks, komunikasi suara GSM dilakukan pada dua bentuk gelombang frekuensi pembawa lebar 200 kHz.

Sistem GSM memiliki beberapa jenis saluran kontrol yang membawa informasi sistem dan paging, dan mengoordinasikan akses seperti saluran kontrol pada sistem

analog. Saluran kontrol digital GSM memiliki lebih banyak kemampuan daripada saluran kontrol analog seperti paging pesan siaran, mode tidur diperpanjang, dan lain-lain. Karena saluran kontrol GSM hanya menggunakan sebagian (satu atau lebih slot), mereka biasanya hidup berdampingan pada satu saluran radio dengan slot waktu lain yang digunakan untuk komunikasi suara.

Operator AGSM mentransmisikan pada bit rate 270 kbps, tetapi satu saluran radio digital GSM atau slot waktu hanya mampu mentransfer 1/8 dari itu, sekitar 33 kbps informasi (sebenarnya kurang dari itu, karena penggunaan beberapa bit waktu untuk tujuan non-informasi seperti bit sinkronisasi).

5.1.4. TDMA Amerika Utara (IS-136 TDMA)

Sistem TDMA Amerika Utara (IS-136) adalah sistem digital yang menggunakan teknologi akses TDMA. Ini berkembang dari spesifikasi IS-54 yang dikembangkan di Amerika Utara pada akhir 1980-an untuk memungkinkan evolusi bertahap dari sistem AMPS ke layanan digital. Sistem IS-136 kadang-kadang disebut sebagai Digital AMPS (DAMPS) atau seluler digital Amerika Utara (NADC). Pada tahun 1988, Asosiasi Industri Telekomunikasi Seluler membuat pedoman pengembangan untuk teknologi seluler generasi berikutnya untuk Amerika Utara. Pedoman ini disebut Persyaratan Kinerja Pengguna (UPR) dan Asosiasi Industri Telekomunikasi (TIA) menggunakan pedoman ini untuk membuat standar digital TDMA, yang disebut IS-54. Spesifikasi digital ini berevolusi dari spesifikasi asli EIA-553 AMPS. Revisi pertama dari spesifikasi IS-54 (Rev 0) mengidentifikasi parameter dasar (misalnya struktur slot waktu, jenis modulasi saluran radio, dan format pesan) yang

diperlukan untuk mulai merancang peralatan seluler TDMA. Ada beberapa peningkatan pada IS-54 sejak diperkenalkan dan pada tahun 1995; IS-54 dimasukkan sebagai bagian dari spesifikasi IS-136.

Fitur utama dari sistem IS-136 adalah kemudahan adaptasinya terhadap sistem AMPS yang ada. Sebagian besar dari kemampuan beradaptasi ini disebabkan oleh fakta bahwa saluran radio IS-136 mempertahankan bandwidth 30 kHz yang sama dengan saluran sistem AMPS. Oleh karena itu, sebagian besar BTS dapat menggantikan unit radio TDMA di lokasi yang sebelumnya ditempati oleh unit radio AMPS. Faktor lain yang mendukung kemampuan beradaptasi adalah bahwa telepon seluler mode ganda baru dikembangkan untuk beroperasi pada saluran lalu lintas digital (suara dan data) IS-136 atau saluran radio AMPS yang ada seperti yang diminta dalam dokumen CTIAUPR. Hal ini memungkinkan satu telepon seluler untuk beroperasi pada sistem AMPS apa pun dan menggunakan sistem IS-136 kapan pun tersedia.

Spesifikasi IS-136 berkonsentrasi pada fitur yang tidak ada pada sistem TDMA IS-54 sebelumnya. Ini termasuk waktu siaga yang lebih lama, fungsi layanan pesan singkat, dan dukungan untuk sistem pribadi atau perumahan kecil yang dapat hidup berdampingan dengan sistem publik. Selain itu, IS-136 mendefinisikan saluran kontrol digital untuk menemani Digital Traffic Channel (DTC). Saluran kontrol digital memungkinkan telepon seluler beroperasi dalam mode tunggal digital saja. Revisi A dari spesifikasi IS-136 sekarang mendukung operasi pada rentang 800 MHz untuk sistem AMPS dan DAPS yang ada serta pita 1900MHz yang baru dialokasikan untuk sistem PCS. Ini memungkinkan ponsel dual band, mode ganda (800 MHz dan 1900 MHz

untuk AMPS dan DAMPS). Perbedaan utama antara kedua band adalah bahwa telepon seluler tidak dapat mengirim menggunakan sinyal analog pada 1900MHz.

Sistem seluler IS-136 memungkinkan telepon seluler menggunakan saluran radio 30 kHz analog (AMPS) atau 30 kHz digital (TDMA). Saluran radio TDMA IS-136 memungkinkan beberapa telepon seluler untuk berbagi saluran frekuensi radio yang sama dengan pembagian waktu. Semua saluran radio digital TDMA IS-136 dibagi menjadi frame dengan 6 slot waktu. Slot waktu yang digunakan untuk saluran maju dan mundur dengan nomor yang sesuai berhubungan dengan waktu sehingga telepon seluler tidak mengirim dan menerima secara bersamaan.

Tingkat daya RF untuk telepon seluler hampir sama persis dengan telepon AMPS. Perbedaan utama dalam tingkat daya adalah pengurangan tingkat daya minimum yang dapat diinstruksikan untuk dikurangi oleh telepon seluler. Ini memungkinkan area cakupan sel yang sangat kecil, biasanya ukuran sel yang akan digunakan untuk sistem nirkabel kantor atau rumah tanpa kabel.

5.1.5. TDMA Diperpanjang (E-TDMA)

Extended TDMA dikembangkan oleh *Hughes Network Systems* pada tahun 1990 sebagai perpanjangan dari standar industri TDMA IS-136 yang ada. ETDMA menggunakan bandwidth saluran radio TDMA dan struktur saluran yang ada dan penerimanya adalah tri-mode karena dapat beroperasi dalam mode AMPS, TDMA, atau ETDMA. Sementara sistem TDMA menetapkan nomor slot waktu tetap telepon seluler untuk setiap panggilan, ETDMA secara dinamis menetapkan slot waktu berdasarkan kebutuhan. Sistem ETDMA berisi coder ucapan setengah kecepatan (4

kb/s) yang mengurangi jumlah bit informasi yang harus dikirim dan diterima setiap detik. Ini memanfaatkan periode senyap suara untuk menghambat transmisi slot sehingga pengguna lain dapat berbagi slot transmisi. Manfaat keseluruhannya adalah lebih banyak pengguna dapat berbagi peralatan saluran radio yang sama dan meningkatkan kinerja komunikasi radio.

Saluran radio ETDMA disusun ke dalam kerangka dan struktur slot yang sama dengan saluran radio IS-54 standar. Beberapa atau semua slot waktu pada semua saluran radio digunakan bersama untuk komunikasi ETDMA, yang serupa dengan saluran radio IS-54 dan IS-136, atau jika tidak, slot dapat digunakan bersama pada frekuensi yang berbeda. Ketika telepon seluler beroperasi dalam mode diperpanjang, sistem ETDMA harus terus-menerus mengoordinasikan alokasi slot waktu dan saluran frekuensi. Sistem ETDMA melakukan ini dengan menggunakan sistem kontrol slot waktu. Pada saluran radio yang mampu ETDMA beberapa slot waktu didedikasikan sebagai slot kontrol berdasarkan kebutuhan. Sistem ETDMA dapat menetapkan saluran AMPS, saluran tingkat penuh atau setengah tingkat TDMA, atau saluran ETDMA. Saluran kontrol AMPS 30 kHz yang ada digunakan untuk menetapkan saluran suara analog dan lalu lintas digital.

a. Jaringan Dispatch Terpadu yang Disempurnakan (iDEN)

Integrated Dispatch Enhanced Network (iDEN) sistem radio digital yang menyediakan layanan suara, pengiriman, dan data. iDEN sebelumnya disebut *Motorola Integrated Radio System* (MIRS). iDEN dikerahkan pada tahun 1996 untuk layanan radio bergerak khusus (E-SMR) yang

disempurnakan. Bandwidth saluran radio sistem iDEN adalah 25 kHz dan dibagi menjadi frame yang memiliki 6 kali slot per frame. Sistem iDEN memungkinkan 6 radio seluler untuk secara bersamaan berbagi saluran radio tunggal untuk kualitas suara pengiriman dan hingga 3 radio seluler dapat secara bersamaan berbagi saluran radio untuk kualitas suara seperti seluler.

b. Akses Ganda Divisi Kode (IS-95 CDMA)

Code Division Multiple Access (CDMA) (IS 95) adalah sistem selular digital yang menggunakan teknologi akses CDMA. Teknologi IS-95 awalnya dikembangkan oleh Qualcomm pada akhir 1980-an. Layanan seluler CDMA mulai diuji di Amerika Serikat di San Diego, California pada tahun 1991. Pada tahun 1995, layanan komersial CDMA IS-95 dimulai di Hong Kong dan sekarang banyak sistem CDMA yang beroperasi di seluruh dunia, termasuk sistem all-digital 1,9 GHz di Hong Kong. USA yang telah beroperasi sejak November 1996.

Teknologi radio *spread spectrum* telah digunakan selama bertahun-tahun dalam aplikasi militer. CDMA adalah bentuk khusus dari teknologi radio *spread spectrum*. Pada tahun 1989, teknologi *spread spectrum* CDMA dipresentasikan kepada komite standar industri tetapi tidak segera mendapat persetujuan. Komite standar baru saja menyelesaikan perdebatan dua tahun antara TDMA dan FDMA dan tidak ingin mempertimbangkan teknologi akses lain. Sistem IS-95 CDMA memungkinkan komunikasi suara atau data pada saluran radio AMPS 30 kHz (bila digunakan pada pita seluler 800 MHz) atau saluran radio CDMA 1,25 MHz yang baru. Saluran radio CDMA IS-95 memungkinkan beberapa telepon

seluler untuk berkomunikasi pada frekuensi yang sama pada waktu yang sama dengan pengkodean khusus dari sinyal radio mereka.

Sistem CDMA kompatibel dengan teknologi akses yang sudah ada, dan memungkinkan pelanggan analog (EIA-553) dan mode ganda (IS-95) untuk menggunakan saluran kontrol analog yang sama. Beberapa saluran suara digantikan oleh transmisi digital CDMA, memungkinkan beberapa pengguna untuk digandakan (dibagi) pada satu saluran RF. Seperti teknologi digital lainnya, CDMA menghasilkan perluasan kapasitas dengan memungkinkan banyak pengguna untuk berbagi saluran RF digital tunggal.

Sistem CDMA menggunakan maksimum 64 saluran lalu lintas berkode (logis), tetapi mereka tidak selalu dapat menggunakan semua ini. Untuk mendapatkan maksimum 64 saluran komunikasi untuk setiap saluran radio CDMA, kecepatan data rata-rata untuk setiap pengguna harus mendekati 3 kbps. Jika kecepatan data rata-rata lebih tinggi, kurang dari 64 saluran lalu lintas yang dapat digunakan. Sistem CDMA dapat memvariasikan kecepatan data untuk setiap pengguna tergantung pada aktivitas suara (pengkodean kecepatan variabel), sehingga mengurangi jumlah bit rata-rata per pengguna menjadi sekitar 3,8 kbps. Memvariasikan kecepatan data sesuai dengan kebutuhan pengguna memungkinkan lebih banyak pengguna untuk berbagi saluran radio, tetapi dengan kualitas suara yang sedikit berkurang. Ini disebut batas kapasitas lunak.

c. Seluler Digital Pribadi Jepang (PDC)

Sistem PDC adalah teknologi TDMA dengan antarmuka radio yang sangat mirip dengan IS-136, yang memiliki enam slot waktu dan kecepatan data yang hampir

sama, dan arsitektur jaringan inti yang sangat mirip dengan GSM. PDC beroperasi di wilayah spektrum radio 900 MHz dan 1.400 MHz.

d. Seluler Digital Berbasis Paket

Packet Based Cellular (biasa disebut - generasi 2.5, atau 2.5G) adalah teknologi seluler Generasi ke-2 yang telah ditingkatkan untuk menyediakan aplikasi komunikasi tingkat lanjut. Sistem seluler digital berbasis paket membantu transisi industri dari satu kemampuan ke kemampuan yang jauh lebih maju. Dalam telekomunikasi seluler, sistem 2.5G menggunakan teknologi radio digital yang ditingkatkan untuk meningkatkan kecepatan transmisi data dan teknologi berbasis paket baru untuk meningkatkan efisiensi sistem bagi pengguna data.

e. Sistem Seluler Digital yang Ditingkatkan

Jenis sistem seluler digital generasi ke-2 yang ditingkatkan (generasi 2.5) termasuk GPRS, EDGE, dan CDMA2000, 1xRTT.

f. Layanan Radio Paket Umum (GPRS)

General Packet Radio Service (GPRS) adalah bagian dari spesifikasi GSM yang memungkinkan layanan radio paket pada sistem GSM. Sistem GPRS menambahkan (mendefinisikan) saluran paket baru dan mengalihkan node dalam sistem GSM. Sistem GPRS menyediakan kecepatan transmisi data teoritis hingga 172 kbps.

g. Tingkat Data yang Ditingkatkan untuk Evolusi Global (EDGE)

Beberapa juga menyebutnya sebagai teknologi generasi 2.75. *Enhanced Data Rates for global Evolution* (EDGE) adalah

versi evolusi dari saluran radio sistem global untuk seluler (GSM) yang menggunakan modulasi fase baru dan transmisi paket untuk menyediakan layanan data berkecepatan tinggi tingkat lanjut. Sistem EDGE menggunakan 8 level Phase Shift Keying (8PSK) untuk memungkinkan satu perubahan simbol mewakili 3 bit informasi. Ini adalah 3 kali jumlah informasi yang ditransfer oleh sinyal standar 2 level *Gaussian Minimum Shift Keying* (GMSK) yang digunakan oleh sistem GSM generasi pertama. Hal ini menghasilkan laju transmisi data saluran radio sebesar 604,8 kbps dan kecepatan transmisi data teoretis maksimum bersih yang dikirimkan sebesar 384 kbps. Sistem kontrol transmisi paket yang canggih memungkinkan kecepatan transmisi data yang bervariasi secara konstan di kedua arah di antara radio bergerak.

h. CDMA2000, 1xRTT

CDMA2000 adalah standar 3G yang memungkinkan operator untuk berkembang dari jaringan IS-95 yang ada untuk menawarkan layanan 3G. Proposal CDMA2000 asli berisi dua fase evolusi yang berbeda, yang pertama dikenal sebagai 1xRTT menggunakan saluran 1,25 MHz yang sama dengan IS-95 tetapi menghasilkan peningkatan kapasitas dan kecepatan data dibandingkan dengan IS-95. Fase kedua dikenal sebagai 3xRTT yang menggunakan tiga kali spektrum IS-95, yaitu 3,75 MHz. Konsep 3xRTT akan memberikan kecepatan data hingga 2 Mbps, persyaratan untuk teknologi 3G apa pun. Namun evolusi terbaru dari 1xRTT menawarkan kecepatan data lebih dari ini dan oleh karena itu tidak mungkin 3xRTT diperlukan.

Pada pertengahan tahun 2003 ada total 60 jaringan komersial 1xRTT yang menawarkan layanan.

1. Data Evolusi Saja (1xEVDO)

Evolusi sistem yang ada untuk data saja (1xEVDO) adalah versi evolusi dari sistem CDMA2000 1xRTT. Sistem 1xEVDO menggunakan bandwidth saluran radio 1,25 MHz yang sama dengan sistem IS-95 yang ada yang menyediakan beberapa saluran suara dan layanan data tingkat menengah. Versi 1xEVDO mengubah teknologi modulasi untuk memungkinkan kecepatan transmisi data hingga 2,5 Mbps. Sistem 1xEVDO memiliki sistem kontrol transmisi data paket yang ditingkatkan yang memungkinkan transmisi data bursty daripada transmisi data suara yang lebih berkelanjutan.

2. Data dan Suara Evolusi (1xEVDO)

Evolusi sistem yang ada untuk data dan suara (1xEVDO) adalah versi evolusi dari sistem CDMA2000 1xRTT yang dapat digunakan untuk layanan data dan suara. Sistem 1xEVDO menyediakan layanan transmisi data suara dan kecepatan tinggi dalam bandwidth saluran radio 1,25 MHz yang sama dengan sistem IS-95 yang ada. Visi 1xEVDO memungkinkan kecepatan transmisi data maksimum sekitar 2,7 Mbps.

5.2. Fungsi Mobile System

Fungsi Mobile System atau Telephone seluler terdiri dari perangkat lunak/set program yang berjalan pada perangkat seluler dan berfungsi tugas tertentu untuk pengguna. Aplikasi seluler adalah Segmen Teknologi Informasi dan Komunikasi global yang baru dan berkembang pesat. Aplikasi seluler mudah, ramah pengguna, murah, dapat diunduh, dan dapat dijalankan di sebagian besar ponsel

termasuk ponsel murah dan entry level. Aplikasi seluler memiliki kegunaan yang luas untuk area fungsinya yang luas seperti menelepon, mengirim pesan, menjelajah, mengobrol, komunikasi jejaring sosial, audio, video, game, dll.

Dalam sejumlah besar aplikasi seluler, beberapa sudah diinstal sebelumnya di ponsel dan pengguna lain dapat mengunduh dari internet dan menginstalnya di ponsel. Jumlah pasar aplikasi seluler yang besar ini dilayani dengan bertambahnya jumlah pengembang, penerbit, dan penyedia aplikasi seluler. Dari sudut pandang teknis, berbagai aplikasi seluler dapat dijalankan di berbagai platform terkelola seperti iPhone, BlackBerry, Android, Symbian, windows; juga beberapa mesin virtual seperti Java/J2ME, BREW, Flash Light, Silverlight.

Menurut area aplikasi, ada berbagai kategori aplikasi seluler.

1. Komunikasi: Penjelajahan Internet, klien IM email, Jejaring Sosial
2. Permainan: Teka-teki/ Strategi, Kartu/Kasino, Aksi/ Petualangan
3. Multimedia: Grafik /Gambar penonton, Pemirsa presentasi, Pemutar Video, Pemutar audio
4. Produktivitas: Kalender, Kalkulator, Buku Harian, Notepad /Memo/Pengolah Kata, Spreadsheet
5. Perjalanan: Panduan kota, Konverter mata uang, Penerjemah, GPS/Peta, Rencana Perjalanan/Jadwal Cuaca
6. Utilitas: Manajer profil, Layar siaga/Penghemat layar, Buku alamat, Manajer tugas, Manajer panggilan, Manajer file

5.3. Aplikasi Mobile

5.3.1. Dulu dan Sekarang Aplikasi Selular

Pada awalnya aplikasi seluler hadir sebagai cara paling sederhana dengan ponsel awal kami, jam alarm, kalkulator mata uang, dll. Pada saat itu orang hanya menggunakan aplikasi seluler untuk menerima pesan panggilan, melakukan perhitungan sederhana, dll. Tetapi pengembang aplikasi seluler sepanjang waktu tetap fokus pada “Mengapa Sederhana?” Tapi mereka tahu bahwa, di masa depan aplikasi seluler akan menjelajah dengan fiturnya yang luas dan semua orang akan menggunakannya.

Pada tahun 2000 para pengembang aplikasi mobile berbicara tentang aplikasi mobile berbasis internet. Dengan aplikasi seluler itu orang dapat menghubungkan mereka ke internet untuk kepentingan sehari-hari mereka. Ada beberapa bagian dunia di mana industri seluler berjalan terlambat seperti EUA. Di bagian dunia itu, jaringan seluler belum begitu maju. Jadi, harapan yang baik tentang aplikasi seluler dari bagian itu adalah hal yang lucu. Tapi jika kita berpikir tentang Eropa, perusahaan mobile terbesar dunia seperti Nokia, Ericsson, dll membuat kantor pusat mereka, dari daerah itulah inovasi mobile keluar. Masalah utama adalah bahwa perusahaan-perusahaan itu membuat telepon seluler untuk operator seluler juga mereka membuat aplikasi seluler. Tapi mereka mungkin memperlambat segalanya. Mereka menciptakan kesenjangan antara pengembang dan pelanggan.

Di Amerika 6 tahun yang lalu, sebuah perusahaan mengumumkan bahwa mereka meluncurkan ponsel yang akan mengubah motif pasar. Mereka tidak peduli dengan daftar permintaan operator. Mereka ingin membuat ponsel

dan aplikasi seluler yang akan ditampilkan untuk pasar, dan akhirnya mereka melakukannya.

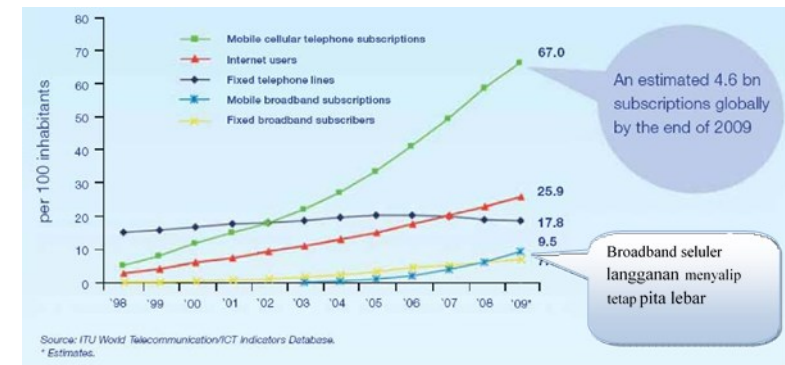
iPhone, ketika dirilis, menjadi yang paling dicari dalam beberapa tahun terakhir. Dan perusahaan telepon seluler lainnya masih berusaha untuk menyalin dengan itu. Fitur utama dari ponsel ini adalah memiliki platform yang fantastis yang memungkinkan menjalankan aplikasi yang sangat dinamis berbasis internet. Mereka telah menjual begitu banyak aplikasi. Juga Nokia meluncurkan Toko Aplikasinya. Misalnya, Nokia menggunakan sistem operasi Symbian dan ada pasar aplikasi besar bernama "Ovi Store".

Dimana kita bisa menemukan begitu banyak aplikasi untuk kebutuhan kita sehari-hari. Juga itu adalah tempat yang bagus untuk pengembang. Sony Ericsson juga memiliki OS Android dan Android Market.

Sebagian besar aplikasi berbasis Internet dan menyajikan fitur yang fantastis. Dan kemudian penggunaan internet dari ponsel meningkat secara dramatis. Aplikasi mobile tersebut sedang dirancang untuk membantu kita dalam kehidupan sehari-hari dan memungkinkan kita untuk terhubung dengan internet, berinteraksi dengan dunia, mendapatkan informasi dari tempat yang jauh, komunikasi sosial menggunakan facebook atau twitter, mengidentifikasi lokasi dll. Anda akan kembali ke rumah sehingga Anda dapat membuka AC menggunakan ponsel sebelum sampai ke rumah. Anda juga bisa mendapatkan alarm mobil atau rumah Anda ke ponsel Anda dan sebagainya.

Pada tahun 2008 ada tonggak sejarah bahwa langganan Mobile broadband menyalip pelanggan broadband tetap untuk pertama kalinya (ITU,2009). Tetapi akses Web Seluler

sekarang masih mengalami masalah kegunaan dan interoperabilitas.



Gambar. 5.1. Langganan broadband seluler melampaui broadband tetap pada tahun 2008

5.3.2. Penggunaan AplikasiSeluler Saat ini

Dari beberapa tahun terakhir setiap perusahaan seluler membuat smartphone dan ponsel fitur. Dan meningkatkan daya komputasi ponsel tersebut, dengan cepat meningkatkan aplikasi seluler pintar. Kebanyakan orang-orang dari negara maju termasuk Amerika dan Eropa tidak dapat membayangkan meninggalkan rumah tanpa ponsel. Tidak hanya negara-negara maju tetapi juga negara- negara berkembang aplikasi mobile menggunakan tingkat pertumbuhan yang cepat. Aplikasi seluler digunakan di daerah yang berbeda. Kami akan menjelaskan beberapa area utama yang digunakan.

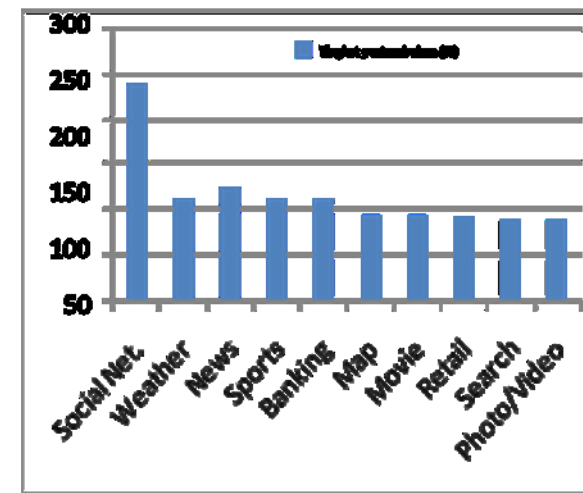
Mari kita pikirkan tentang komunikasi seperti browsing internet, Voice chat, Facebook, Twitter dll

Sekarang setiap hari setiap ponsel standar memiliki aplikasi Facebook. Pengguna dapat berbagi dengan teman dan keluarga mereka dari mana saja dan di mana saja seperti di mobil, di kereta. Orang dapat menggunakan messenger untuk mengobrol. Kami dapat menghasilkan panggilan ke seluruh penjuru dunia dengan biaya rendah menggunakan aplikasi VoIP dan internet.

Kemudian kita dapat berbicara tentang Sistem GPS. Lokasi posisi saat ini di peta, Navigasi jalan, pelacakan kendaraan dll adalah aplikasi yang paling banyak menggunakan menggunakan sistem GPS. Google Map membantu kita menemukan tempat mana saja. Menggunakan *mobile commerce* kita dapat melihat produk, memilih produk dan memesan produk. Terkadang aplikasi seluler Dompot Seluler digunakan di restoran atau pasar untuk menyelesaikan pembayaran. Orang dapat melakukan pekerjaan bisnis menggunakan aplikasi seluler. *Mobile banking* dan *eTicketing* adalah fitur lain dari aplikasi *mobile*.

Terkadang kita dapat menggunakan aplikasi *mobile* dengan dukungan koneksi internet untuk mengontrol perangkat rumah dari tempat yang jauh. Para pebisnis melakukan bisnis dari luar kantor. Orang dapat menonton video dan film dari YouTube secara langsung menggunakan aplikasi seluler. Mereka dapat memutar video dan audio. Anak-anak dapat bermain game di ponsel yang juga merupakan salah satu jenis aplikasi seluler.

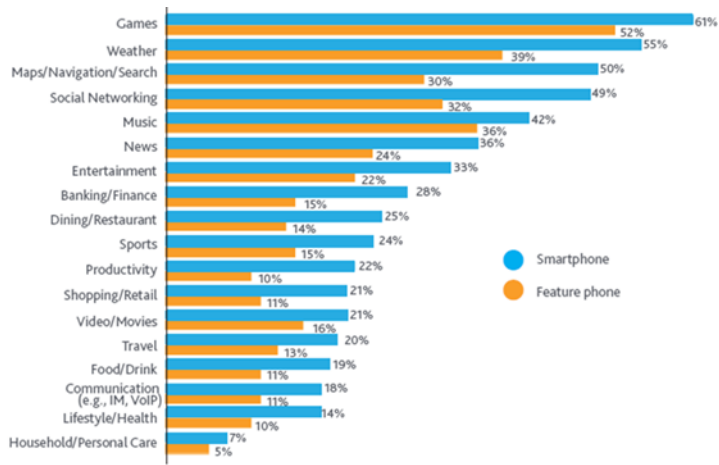
Menurut sebuah studi oleh MobiLens (Anand Srinivasan,2010), jumlah pengguna aplikasi seluler di AS tumbuh sebesar 28% antara April 2009 dan April 2010. Berikut adalah tabel tingkat pertumbuhan semua kategori aplikasi dalam satu tahun hingga April 2010.



Gambar.5.2. Tingkat pertumbuhan semua kategori aplikasi dalam satu tahun ke atas

Perusahaan Nielsen, merilis survei pada September 2010 telah menerbitkan laporan pengunduhan dan aplikasi seluler (Nelsen, 2010). Dalam survei itu mereka menunjukkan beberapa data statistik penting dari aplikasi seluler selama 30 hari.

Menurut survei, gambar berikut mewakili tingkat penggunaan berbagai kategori aplikasi seluler.



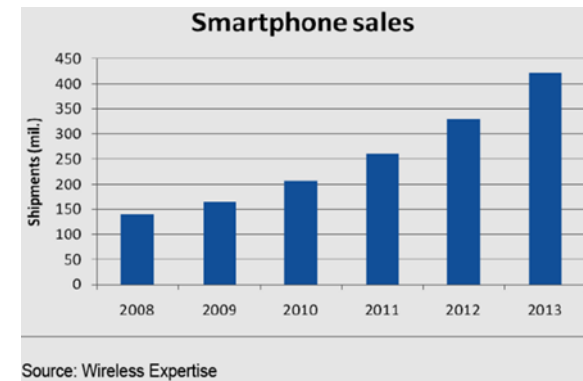
Source: The Nielsen Company

5.3.3. Masa Depan Aplikasi Selular

Menurut penelitian sebelumnya tentang penggunaan aplikasi seluler, kita dapat melihat tingkat penggunaan aplikasi seluler meningkat sangat drastis. Sebelum berbicara tentang aplikasi mobile jika kita berpikir tentang penggunaan Smartphone maka kita dapat melihat bahwa penggunaan smartphone meningkat sangat pesat. Menurut Wireless Expertise Ltd, Laporan Pasar (Anuj Khanna, 2009), pada tahun 2008, penjualan smartphone global adalah 140 juta, dan jumlah *smartphone* yang terjual per tahun akan menjadi 422,96 juta. *Wireless Expertise* mengungkapkan bahwa pada tahun 2013 penetrasi smartphone akan mendekati sekitar 28-30% dari total pasar ponsel di tahun 2013.

Seluruh pengguna smartphone tersebut menggunakan aplikasi smart mobile. Sekarang hari sebagian besar smartphone memiliki WLAN/WiFi. Sehingga pengguna dapat terhubung ke Internet atau jaringan lokal dengan kecepatan transmisi data yang tinggi. Pada aplikasi

mobile sebelumnya menggunakan data kita dapat melihat bahwa aplikasi yang paling banyak digunakan adalah komunikasi sosial, navigasi peta, pencarian atau hiburan. Namun, karena konektivitas yang lebih baik di masa depan, penyedia aplikasi seluler akan membuat aplikasi untuk berbisnis. Dalam waktu dekat kita bisa mendapatkan perangkat lunak semacam itu seperti perangkat lunak desktop untuk mengelola bisnis, otomatisasi kantor, manajemen keuangan, dll.



Source: Wireless Expertise

Gambar 5.3. Penjualan Smartphone Global di tahun dan masa depan yang berbeda.

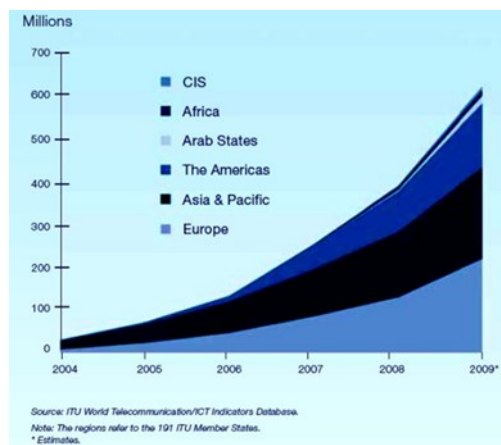
5.4. Konsekuensi Bisnis Mobile

Dalam beberapa tahun terakhir, penggunaan *smartphone* dan aplikasi *mobile* memiliki tingkat pertumbuhan yang sangat tinggi. Jadi aplikasi Seluler dan seluler juga memiliki dampak positif yang besar pada Bisnis. Ada berbagai bidang bisnis di mana aplikasi seluler memainkan peran penting. Dalam paragraf berikut kami telah mencoba membahas beberapa masalah tentang konsekuensi bisnis dari aplikasi seluler

5.4.1. Bisnis Mobile Broadband / Internet

Semua *smartphone* dan ponsel fitur memiliki lingkungan yang cerdas dan sejumlah besar aplikasi seluler. Sebagian besar aplikasi menghubungkan orang ke dunia melalui *Internet/broadband* seluler. Misalnya, peta Google, navigasi, email, hiburan, *gaming*, *Commerce*. Jadi pengguna ponsel di seluruh dunia menggunakan internet menggunakan ponsel dan operator seluler dan perusahaan pihak ketiga lainnya melakukan bisnis dengan menyediakan layanan internet broadband.

Dalam beberapa tahun terakhir, penggunaan *mobile broadband* meningkat secara dramatis di seluruh dunia tetapi tidak di semua tempat. Menurut sebuah laporan (ITU,2009) kita dapat melihat bahwa, di Asia & Pasifik dan Eropa broadband seluler memiliki jumlah langganan terbesar.



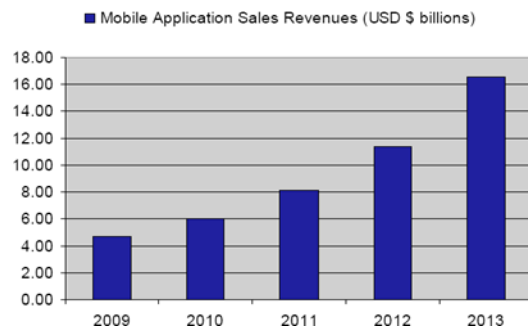
Gambar 5.4. Penggunaan mobile broadband di wilayah yang berbeda (dari *International Telecommunications Union*, "DUNIA DI 2009: FAKTA DAN ANGKA ICT", Bisnis Pengembangan Aplikasi Seluler)

Sepanjang tahun sejumlah besar ponsel pintar dijual, sehingga pengembangan aplikasi seluler adalah salah satu bisnis yang paling cepat berkembang. Ponsel cerdas atau ponsel menengah atau perangkat portabel mudah diubah pengaturannya dan disesuaikan. Ada program untuk Blackberry, Androide, iPhone, dll. Beberapa perusahaan pengembang khusus membuat perangkat lunak atau template yang ramah pengguna yang, pengguna dapat menyesuaikan diri untuk melakukan pekerjaan mereka sendiri seperti berbagi dengan teman. Juga perangkat lunak tersebut digunakan untuk video game atau hiburan apa pun. Perusahaan pengembang membebaskan biaya untuk perangkat lunak. Lebih banyak pengguna akan menggunakan perangkat lunak mereka, pengguna akan lebih banyak mempromosikan perangkat lunak dan perusahaan akan mendapatkan lebih banyak.

Terutama ada dua jenis model Bisnis (toko): satu adalah Asli atau di dek dan lainnya adalah Pihak ketiga atau di luar dek. Dalam salah satu penelitian "Global Mobile" Okt 2009.

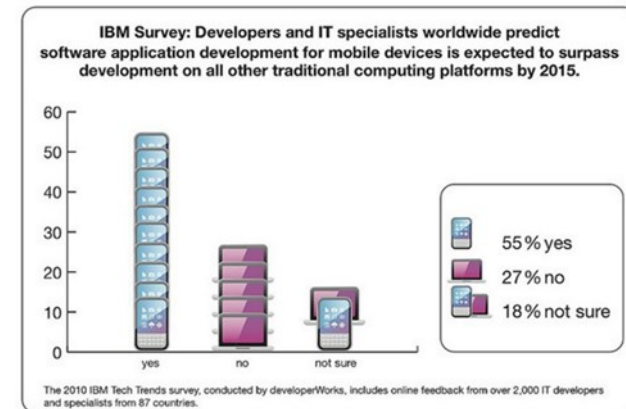
Application Market (2010-2015)" (J.S.Moon,2001), menerbitkan bahwa Pada tahun 2009 sekitar 6,4 miliar aplikasi seluler telah diunduh dari toko aplikasi asli dan pihak ketiga. Ada yang gratis, ada yang berbayar, dan ada yang didukung iklan. Pada tahun itu, total pendapatan mencapai sekitar \$4,5 miliar dengan unduhan 2,5 miliar. Sekarang Google, Nokia dan perusahaan lain memasuki ruang pasar aplikasi dengan perangkat lunak berita yang meningkatkan kegunaan *smartphone* dan aplikasi seluler. Menurut perkiraan penelitian mereka (J.S.Moon,2001), pasar aplikasi seluler global diperkirakan bernilai \$25,0 miliar pada tahun 2015.

The Wireless Expertise (Anuj Khanna, 2009), menerbitkan bahwa, pada tahun 2013 pasar aplikasi seluler global termasuk game akan meningkat menjadi \$16,60 miliar.



Gambar 5. 5. Pendapatan penjualan Aplikasi Seluler di tahun yang berbeda dan masa depan (Anuj Khanna,2009).

Survei Tren Teknologi IBM 2010 (Survei IBM,2015), dilakukan terhadap 2000 pengembang dan spesialis TI di 87 negara dan mendapatkan tanggapan. Menurut survei, 55% profesional TI mengharapkan bahwa, pengembangan aplikasi perangkat lunak seluler untuk perangkat seperti iPhone dan Android, dan bahkan PC tablet seperti iPad dan PlayBook, akan melampaui pengembangan aplikasi pada semua platform komputasi tradisional lainnya pada tahun 2015.



Gambar 5.6. Survei IBM aplikasi perangkat lunak seluler pengembangan (Survei IBM,2015).

Di sisi lain, jika kita berpikir dari sudut pandang pengembang atau programmer, kita dapat melihat bahwa pengembang/ programmer dapat memperoleh banyak uang dengan mengembangkan aplikasi seluler. Karena pengembangan aplikasi mobile merupakan pasar terbuka. Orang TI dapat mempelajari pengembangan aplikasi seluler dan dapat mencapai keterampilan yang diperlukan. Setelah itu mereka dapat membuat aplikasi seluler dan menghasilkan uang.

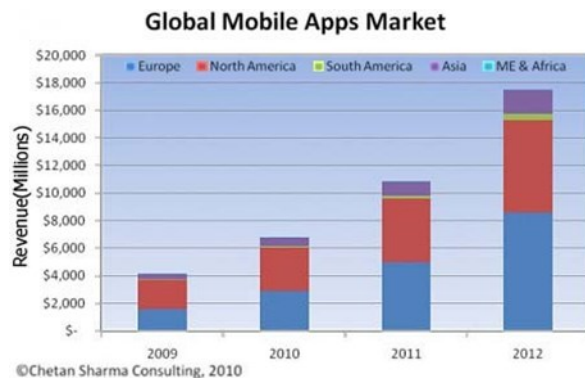
5.4.2. Pasar Aplikasi Seluler

Sistem operasi seluler yang berbeda telah disediakan oleh perusahaan seluler yang berbeda. Dan untuk *mobile* tersebut, sebagian besar perusahaan *mobile* memiliki pasar aplikasi *mobile* sendiri. Misalnya pasar Ovi, pasar aplikasi iPhone, pasar aplikasi BlackBerry, pasar Android dll. Dari pasar online tersebut, pengguna ponsel dapat mengunduh banyak aplikasi seluler yang bermanfaat. Beberapa aplikasi gratis

atau disediakan oleh perusahaan dengan handset dan beberapa pengguna harus membayar untuk mengunduh. Setiap tahun banyak sekali aplikasi *mobile* yang diunduh oleh pengguna ponsel.

Jadi ini adalah sektor bisnis yang besar. Di sektor bisnis ini, perusahaan produsen ponsel serta operator jaringan atau perusahaan pengembang aplikasi seluler menghasilkan banyak uang. Juga untuk mengunduh perangkat lunak tersebut, pengguna ponsel cerdas menggunakan internet seluler.

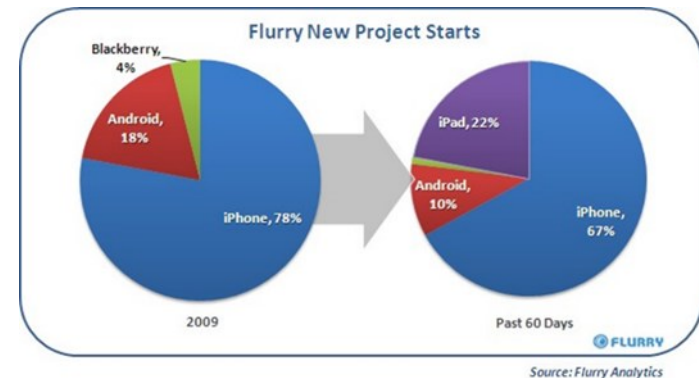
Menurut sebuah studi oleh operator toko aplikasi seluler GetJar (Sarah Perez, 2010), pasar aplikasi seluler akan mencapai \$ 17,5 miliar pada tahun 2012. Pada saat itu, jumlah unduhan aplikasi seluler juga akan tumbuh menjadi hampir 50 miliar dari hanya lebih dari 7 miliar pada tahun 2009. Namun, sebagai pendiri Getjar dan *chief executive officer* Ilya Laurs membuat prediksi berani bahwa "aplikasi seluler akan melampaui Internet desktop tradisional," bahkan sampai mengatakan bahwa "perangkat seluler akan membunuh desktopnya."



Gambar 5.7. Pasar aplikasi seluler global (Sarah Perez, 2010)

Menurut survei kita dapat melihat bahwa pasar sebagian besar di Eropa dan Amerika Utara dan pasar di Asia berkembang. Tujuh belas persen pengguna GetJar sudah menghabiskan lebih banyak waktu di ponsel yang terhubung ke Internet daripada di komputer desktop, menurut Laurs.

Tidak hanya aplikasi Ponsel tetapi juga perangkat seluler seperti aplikasi iPod adalah pasar besar lainnya. Perusahaan analisis Seluler Flurry pada Kamis, 01 April 2010 merilis dan tanggal statistik (A.R.Jha) untuk menunjukkan dampak iPod pada pengembangan aplikasi seluler. Menurut laporan 22% aplikasi baru mulai terdaftar dengan perusahaan selama 60 hari terakhir ditargetkan iPod.



Gambar 5.8. Dampak iPod pada pengembangan aplikasi seluler (Eric slička, 2010).

Aplikasi *mobile* atau sering juga disingkat dengan istilah Mobile Apps adalah aplikasi dari sebuah perangkat lunak yang dalam pengoperasiannya dapat berjalan diperangkat *mobile* (*Smartphone*, *Tablet*, *iPod*, dll), dan memiliki sistem operasi yang mendukung perangkat lunak secara *standalone*. Platform pendistribusian aplikasi *mobile* yang tersedia, biasanya dikelola oleh owner dari *mobile operating system*, seperti store (*Apple App*), store (*Google Play*), Store (*Windows Phone*) dan world (*BlackBerry App*) (Siegler, 2008). Aplikasi

mobile dapat berasal dari aplikasi yang sebelumnya telah terpasang didalam perangkat *mobile* maupun juga yang dapat diunduh melalui tempat pendistribusiannya. Secara umum, aplikasi *mobile* memungkinkan pengguna terhubung ke layanan internet yang biasanya hanya diakses melalui PC atau Notebook. Dengan demikian, aplikasi *mobile* dapat membantu pengguna untuk lebih mudah mengakses layanan internet menggunakan perangkat *mobile* mereka (Wang, Liao, & Yang, 2013).

Dibandingkan dengan *mobile phone* terdahulu, *smartphone* dan tablet PC menawarkan berbagai fungsi yang jauh lebih luas. Aplikasi *mobile* semakin banyak digunakan untuk pengelolaan berbagai tugas dalam kehidupan sehari-hari. Saat ini, lebih dari 900.000 aplikasi telah tersedia di Apple App Store (Sistem Operasi: iOS, Pengembang: Apple) dan kira-kira 700.000 lebih aplikasi telah disediakan juga di *Google Play Store* (Sistem Operasi: Android, pengembang: Google) (Arnhold, Quade, & Kirch, 2014).

Melalui aplikasi *mobile*, pengguna juga dapat mengakses sejumlah informasi penting menggunakan *smartphone* yang terkoneksi dengan layanan internet. Keunggulan utama dari aplikasi *mobile* yaitu memberikan kemudahan pengguna dalam mendapatkan informasi secara portable tanpa menggunakan PC atau netbook dan pemanfaatannya dalam memperoleh informasi secara *up to date* terpenuhi tanpa terhalang waktu dan tempat keberadaan pengguna perangkat *mobile* serta areanya yang dapat terjangkau jaringan komunikasi internet (Turban, 2012). Selain itu, Akses pada sebuah website dapat dilakukan melalui aplikasi *mobile* menggunakan perangkat *mobile* pengguna. Ukuran layar dan resolusi yang secara otomatis menyesuaikan dengan ukuran halaman web versi *mobile*

mengurangi pemakaian bandwidth atau tidak memerlukan bandwidth yang terlalu besar (Jadhav, Pratiksha, & Sunita, 2016).

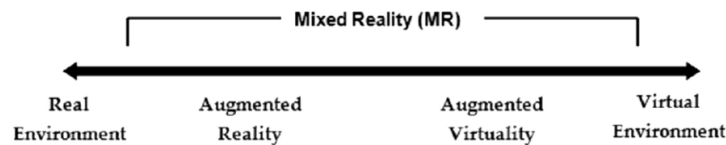
Dalam pengembangannya, aplikasi *mobile* telah diintegrasikan dengan fitur-fitur yang terdapat pada perangkat *mobile*, seperti GPS, Kompas, akselometer dll. Integrasi tersebut memungkinkan adanya peranan dari aplikasi *mobile* dalam melakukan berbagai tugas rumit tertentu, yaitu melacak keberadaan pengguna, menunjukkan arah atau navigasi, menampilkan rute lokasi atau peta dalam bentuk digital (Lee, Schneider, & Schell, 2004).

Perangkat keras yang digunakan oleh piranti *mobile* merupakan platform utama dimana aplikasi *mobile* bisa berjalan, oleh karena itu perlu diperhatikan beberapa bagian yang berkaitan dengan keterbatasan pada piranti *mobile*, yaitu: kecepatan mengeksekusi proses bergantung pada kecepatan prosesor, kapasitas memory utama hanya dalam ukuran tertentu, resolusi dan ukuran setiap layar berbeda-beda, input pada setiap piranti *mobile* memiliki kekurangan masing-masing, serta daya tahan dan kapasitas tampung baterai setiap piranti *mobile* berbeda-beda (Harrison, Flood, & Duce, 2013).

5.4.2.1. Augmented Reality

Istilah *Augmented Reality* pertama kali digunakan pada tahun 1992 oleh Tom Caudell dan David Mizell untuk nama overlay informasi komputerisasi pada dunia nyata. Selanjutnya, ungkapan itu digunakan oleh Paul Milgram & Fumio Kishino (1994) dalam makalah seminar mereka. Dalam makalah tersebut, mereka menggambarkan kontinum antara dunia nyata dan dunia maya (*virtual*) yang dijuluki realitas

campuran atau *Mixed Reality* (MR), dimana *Augmented Reality* berevolusi dekat dengan dunia nyata sedangkan *Augmented virtuality* berevolusi dekat dengan dunia maya.



Gambar 5.9. Kontinum Antara Augmented Reality dan Virtual Reality

Menurut Ronald Azuma (2001), untuk menentukan fitur dari sistem *Augmented Reality* didasarkan pada tiga sifat yaitu menggabungkan kenyataan dan virtual, entitas dalam dunia nyata 3D juga harus terintegrasi, dan interaktivitas secara real time. Hal tersebut yakni tidak termasuk gambar (films) bahkan jika kondisi sebelumnya dikenai. Reposisi 3D memungkinkan entitas virtual yang akan dibuat untuk visual bertepatan dengan realitas (Ghouaiel, Cieutat, & Jessel, 2013).

5.4.2.2. Pengertian Augmented Reality

Augmented Reality sering diartikan sebagai teknologi yang memungkinkan pengguna mampu melihat dan berinteraksi dengan objek virtual yang ditumpangin diatas dunia nyata (Azuma, 1997). Objek virtual merupakan data yang dihasilkan program komputer, seperti teks, grafik, suara, video, dan data GPS. Umumnya, gambaran dunia nyata ditangkap menggunakan kamera dari komputer, ponsel atau perangkat elektronik lainnya. Superimposisi dari data yang dihasilkan program komputer pada tampilan yang ditangkap oleh kamera dengan *Augmented Reality* meningkatkan persepsi pengguna dan interaksi dengan

dunia nyata (Azuma et al., 2001). Sejauh ini, sebagian besar *Augmented Reality* telah dimanfaatkan dan dijalankan didalam lingkungan *platform mobile*. Ponsel *Augmented Reality* telah diterapkan secara efisien diberbagai aplikasi inovatif, misalnya dalam bidang kesehatan, hiburan, pendidikan dan pelatihan, *Augmented Reality* untuk perkantoran, manufaktur dan *maintenance* (Krevelen & Poelman, 2010).

Augmented Reality (AR) juga merupakan sebuah bidang yang memadukan berbagai teknologi topikal dan konsep yang muncul. *Augmented Reality* memiliki istilah multifaset yang dapat merujuk pada teknologi atau sekelompok teknologi sampai mesh-teknologi yang memanfaatkan juga beberapa teknologi lainnya, sebuah konsep yang menggambarkan visi komputasi masa depan, bidang penelitian dalam berbagai disiplin ilmu, media dan antarmuka untuk informasi digital, serta baru-baru ini juga platform untuk menciptakan layanan baru dan bisnis (Aurelia, Raj, & Saleh, 2014).

Sebagai hasil dari pesatnya kemajuan perangkat mobile, *Augmented Reality* juga telah memasuki domain mobile. Kenyataan ini ditunjukkan dengan adanya *smartphone* yang telah dilengkapi dengan integrasi kamera, teknologi sensor seperti GPS dan beorientasi sensor, resolusi tinggi yang menampilkan warna secara penuh, jaringan dengan kecepatan tinggi, daya komputasi yang tinggi, berdedikasi chip grafik 3D dll (Jin, Li, & Liu, 2012). Sebagai contoh yang berkaitan dengan teknologi sensor, *smartphone* dapat berfungsi sebagai pengelihat eksternal dan pendengaran untuk merasakan informasi yang tertanam di lingkungan sekitarnya.

Seperti kebanyakan kemungkinan yang terintegrasi dalam satu perangkat yang secara luas tersebar menyediakan

platform terkemuka untuk membangun aplikasi dan layanan *Augmented Reality* (Wagner, Schmalstieg, & Bischof, 2009). Melalui teknologi *Augmented Reality*, pandangan lingkungan dunia nyata diperluas dengan elemen-elemen atau objek yang dihasilkan komputer. Tidak seperti virtual reality (VR) yang menggantikan dunia nyata dengan lingkungan simulasi, *Augmented Reality* berkaitan dengan suatu perantara atau penggabungan realitas, di mana pandangan realitas telah dimodifikasi (Nivedha & Hemalatha, 2015).

5.4.2.3. Jenis-Jenis *Augmented Reality*

Augmented Reality (AR) menggunakan teknik komputer vision, pengolahan citra dan komputer grafis untuk menggabungkan konten digital ke dunia nyata.

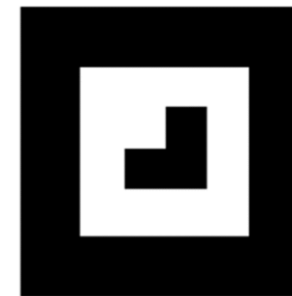
Hal ini memungkinkan interaksi real time antara pengguna, benda-benda nyata dan benda-benda virtual. *Augmented Reality* dapat digunakan untuk menanamkan grafis 3D kedalam sebuah video sedemikian rupa seolah-olah unsur virtualnya adalah bagian dari lingkungan nyata. Salah satu tantangan dari *Augmented Reality* adalah untuk menyelaraskan data virtual dengan lingkungannya. Pendekatan berbasis marker dapat memecahkan masalah dengan menggunakan marker visual, misalnya kode batang atau bar-2D terdeteksi dengan metode komputer vision.

Perbedaan beberapa jenis maupun identifikasi marker dan metode pendekteksian mempengaruhi kinerja aplikasi *Augmented Reality*. Untuk memilih pendekatan yang paling cocok pada aplikasi tertentu membutuhkan perangkat lunak yang mendukung *Augmented Reality* dan juga kesesuaian pada perangkat keras tertentu. Berdasarkan kinerja hingga kebutuhan akan perangkat lunaknya, *Augmented Reality*

terbagi kedalam beberapa jenis. Terdapat dua jenis dari *Augmented Reality* sederhana yaitu berbasis marker yang menggunakan kamera dan petunjuk visualnya, dan *markerless* yang menggunakan data posisi seperti GPS *mobile* dan kompas (Yuen & Johnson, 2011). Jenis-jenis dari *Augmented Reality* dapat dijabarkan lebih lanjut sebagai berikut:

1. Marker Based

Jenis marker *Augmented Reality* (AR) ini adalah gambar yang dapat dideteksi oleh kamera dan digunakan dengan perangkat lunak sebagai lokasi untuk sumber daya virtual yang ditempatkan dalam sebuah scene atau kejadian. Sebagian besar bercorak hitam putih, meskipun warna dapat digunakan selama kontras di antara keduanya dapat dikenali dengan baik oleh kamera. Simple marker *Augmented Reality* dapat terdiri dari satu atau lebih bentuk dasar yang terbentuk dari kotak hitam dengan latar belakang putih. Dengan lebih terperinci, marker dapat dibuat menggunakan gambar sederhana yang masih dapat dibaca dengan baik oleh kamera, dan kode ini bahkan dapat mengambil bentuk tato.



Gambar 5. 10. Simple Marker *Augmented Reality*

Perangkat lunak *Augmented Reality* menggunakan kamera untuk mendeteksi marker *Augmented Reality* sebagai lokasi objek virtual. Hasilnya adalah bahwa gambar dapat dilihat, bahkan langsung pada sebuah layar dan sumber daya

(Assets) digital yang ditempatkan ke dalam Scene pada lokasi marker tersebut. Keterbatasan pada jenis marker *Augmented Reality* yang dapat digunakan, didasarkan pada perangkat lunak yang mengenalinya. Meskipun marker perlu agar tetap cukup sederhana terhadap koreksi kesalahan, marker dapat mencakup berbagai berbeda gambar. Jenis yang paling sederhana dari marker *Augmented Reality* yaitu gambar hitam putih yang terdiri dari barcode dua dimensi (2D).

2. Markerless

Dalam *Markerless Augmented Reality* gambar dikumpulkan melalui internet dan ditampilkan pada setiap lokasi tertentu atau dapat dikumpulkan menggunakan GPS.



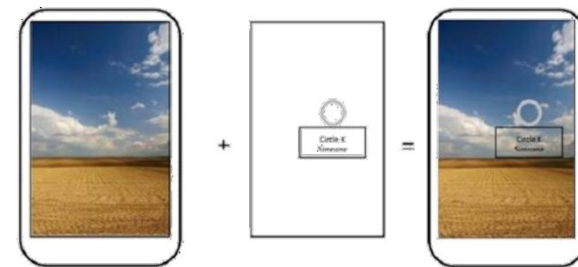
Gambar 5.11. Markerless Augmented Reality

Aplikasi yang menerapkan *markerless* tidak memerlukan marker untuk menampilkan konten. Hal ini lebih interaktif daripada augmentasi berdasarkan marker.

3. Markerless Augmented Reality

System markerless Augmented Reality mengintegrasikan objek virtual ke dalam lingkungan nyata tiga dimensi (3D) secara real-time, meningkatkan persepsi pengguna dari dan interaksi dengan dunia nyata. Perbedaan mendasar sistem *Augmented Reality* berbasis marker adalah metode yang digunakan untuk menempatkan objek-objek virtual kedalam sudut pandang pengguna. Pendekatan *Markerless* tidak didasarkan pada penggunaan marker buatan tradisional yang diletakkan di dunia nyata untuk mendukung posisi dan orientasi pelacakan oleh sistem tersebut (Lima, Simões, Figueiredo, & Kelner, 2010).

Pandangan baru terhadap realitas dunia nyata dapat dihasilkan melalui salah satu pelacakan lokasi berbasis pada pelacakan GPS, dengan mendeteksi titik koordinat masing-masing lokasi yang ingin dicari di suatu wilayah tertentu.



Gambar 5.12. Pola Kerja Markerless Augmented Reality

Pola kerja yang diterapkan dalam *Markerless Augmented Reality*, yaitu menggunakan kamera untuk menangkap layar dunia nyata, menggabungkan objek dunia nyata dan objek dari *Augmented Reality*, serta menghasilkan tampilan penggabungan layar dunia nyata dan layar pada *Augmented Reality*. Di sisi lain, aplikasi *Markerless Augmented Reality*

mengenali gambar yang sebelumnya tidak tersedia diaplikasi. Skenario ini jauh lebih sulit diterapkan karena algoritma pengenalan yang berjalan di aplikasi *Augmented Reality* harus mengidentifikasi pola, warna atau beberapa fitur lainnya yang mungkin terdapat dalam frame kamera.

4. *Mobile Augmented Reality* (MAR)

MAR memungkinkan pengguna untuk dapat melihat dunia maya dan dunia nyata dalam waktu yang sama dan ruang yang sama. Hal ini dengan menambah objek maya ke dunia nyata, seperti menambah gambar virtual atau penjelasan tekstual di tempat kejadian (*scene*). Menurut Azuma, 1997,

Augmented Reality didefinisikan oleh tiga kriteria, yaitu menggabungkan keadaan nyata dan maya atau virtual, interaktivitas secara real time dan yang terdaftar didalam 3D. *Augmented Reality* membantu pengguna untuk melakukan tugasnya dengan overlay objek virtual yang berisi informasi yang membantu pengguna untuk menyelesaikan tugas tersebut. *Mobile Augmented Reality* (MAR) menerapkan konsep *mobile* yang sebenarnya, di mana sistem ini jauh dari lingkungan yang memiliki persyaratan, seperti, laboratorium penelitian dan bidang pekerjaan khusus.

Mobile Augmented Reality memungkinkan pengguna untuk memiliki pengalaman *Augmented Reality* kapan saja dan di mana saja. *Sistem Mobile Augmented Reality* memiliki persyaratan tertentu, yakni masukan yang dapat dipakai (kamera), perangkat untuk interaksi, layar atau display, jaringan *nirkabel* atau *wireless*, penyimpanan data dan akses, dan platform komputasi. Peningkatan dalam penggunaan *mobile phone* juga memungkinkan *Augmented* untuk

diterapkan pada *mobile phone*, di samping *smartphone* dan juga tablet (Pendit, Zaibon, & Bakar, 2014).

5. Android

Menurut Wang dalam penelitiannya, bahwa *android* merupakan sebuah arsitektur *open source* yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi perangkat *mobile* dan berjalan pada *Linux kernel*. *Android* dikembangkan oleh *Open Handset Alliance* (OHA) (Conti, 2008). Dalam istilah lainnya, *Android* merupakan tumpukan atau stack perangkat lunak untuk perangkat *mobile* yang mencakup *operating system*, perangkat lunak penghubung (*Middleware*), dan aplikasi (Ma, Gu, & Wang, 2014).

Android merupakan salah jenis sistem operasi yang didesain secara khusus dengan berbasis *Linux kernel* untuk perangkat *mobile* (*Smartphone* dan *Tablet Komputer*). Awalnya, pengembangan dilakukan oleh *Android, Inc* dengan dukungan Google secara finansial dan kemudian diakuisisi di tahun 2005. Beberapa tahun kemudian, yakni pada tahun 2007, peresmian *android* dilakukan secara bersamaan dengan pendirian *open Handset Alliance* : perusahaan gabungan. Penggabungan tersebut dimaksudkan dalam meningkatkan parameter terbuka perangkat *mobile*.

Pada bulan oktober 2008, *android* pertama yang berdaya *mobile* dijual dengan *open source* dan kodenya dirilis oleh Google dibawah lisensi *Apache*. Kode tersebut *open source* dan lisensi permisif terhadap produsen perangkat, operator nirkabel dan pengembang yang berminat untuk memodifikasi dan mendistribusikan perangkat lunak *android*. Untuk memperluas fungsionalitas perangkat *mobile*, versi utama dari *android* dibuat sesuai dengan bahasa pemrograman java. *Android* juga memiliki komunitas yang

besar dalam membahas mengenai aplikasi *android* itu sendiri (Uddin, Islam, & Nadim, 2013).

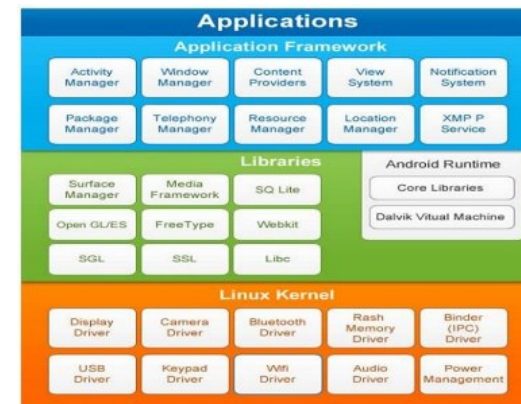


Gambar 5. 13 Gambar Maskot Android

Open source menunjukkan salah satu keunggulan utama yang berkaitan erat dengan *Android*. Hal ini telah menjadikannya sebagai sistem operasi *mobile* yang paling cepat berkembang. Karena sifatnya yang terbuka telah menjadi favorit bagi banyak konsumen dan pengembang-pengembang perangkat lunak. Selain itu, dapat dengan mudah mengubah dan menambah fitur yang perlu ditingkatkan di dalamnya untuk memenuhi persyaratan teknologi *mobile* terbaru (Singh, 2014).

1. Arsitektur Android

Arsitektur yang dimiliki android terdiri dari tumpukan (*Stack*) komponen perangkat lunak. Komponen utama dari Arsitektur sistem operasi android atau *Software Stack* dibagi menjadi empat lapisan, yaitu Lapisan Aplikasi, Kerangka Aplikasi, *Libraries*, dan *Linux Kernel*.



Gambar 5. 14. Arsitektur dari Sistem Operasi Android

Linux Kernel digunakan untuk mengelola layanan sistem inti seperti memori virtual, jaringan, drivernya, dan manajemen daya (Chinetha, Joann, & Shalini, 2015).

2. *Linux Kernel*

Lapisan terbawah dari sistem operasi android adalah *Linux kernel*. Lapisan ini tidak benar-benar berinteraksi dengan pengguna dan pengembang. *Linux Kernel* menyediakan tingkat abstraksi antara perangkat *hardware* dan lapisan teratas dari *stack software Android*. Berdasarkan *Linux* versi 2.6, kernel menyediakan *pre-emptive multitasking*, layanan sistem inti tingkat rendah seperti memori, proses dan manajemen daya, disamping itu juga menyediakan stack jaringan dan perangkat driver untuk perangkat keras seperti layar perangkat *Wi Fi* dan audiap

3. *Libraries*

Di bagian atas kernel *Linux* ada sekumpulan *library* yang dipakai oleh sejumlah elemen sistem *android*. sejumlah library inti tersebut, yaitu *System Libc*, *SQLite*, *SSL*, *SGL*, *Libwebcore*, dan *OpenGL*. sedangkan pada *Android Runtime*, yakni *enjin Dalvik Virtual* adalah sebuah *enjin virtual* yang

dirancang khusus untuk android. *Dalvik Virtual Machine* sama dengan JVM (*Java Virtual Machine*) tetapi perbedaan hanya bahwa mesin virtualnya dirancang dan dioptimalkan untuk Android. Setiap aplikasi berbasis android yang beroperasi didalam sistem pemrosesannya itu sendiri di sebut *Dalvik Virtual Machine*.

4. Application Framework

Kerangka aplikasi menyediakan berbagai tingkat fungsionalitas yang lebih tinggi terhadap aplikasi berbentuk kelas Java. Pengembang aplikasi diijinkan untuk menggunakan fungsionalitas tersebut dalam aplikasinya. Kerangka ini menggambarkan konsep bahwa aplikasi *Android* dibangun dari komponen dapat digunakan kembali, dipertukarkan dan diganti. *Framework Android* meliputi layanan utama, seperti *manager-activity*, *providers-content*, *manager-resource*, *manager-notifications*, *system-view*, *manager-package*, *manager-telephon* dan *manager-location*.

1. Applications

Applications berada di lapisan paling atas dari *stack Android*. Pengguna perangkat *android* kebanyakan akan berinteraksi dengan lapisan ini. *Android* akan disertakan dengan sejumlah aplikasi yang meliputi *email client*, *kalender*, *browser*, peta, kontak, dll. Sekuruh aplikasi tersebut dibuat dengan memakai bahasa pemrograman java.

2. Versi dari Sistem Operasi Android

Sejak dirilis, *android* telah diperbarui dari waktu ke waktu mengikuti perkembangan era teknologi. Pembaruan itu dilakukan terhadap sistem operasi dasar, terutama berfokus dalam memperbaiki kesalahan (*bugs*) serta menambahkan fitur baru untuk memberikan lingkungan

android yang lebih nyaman. Versi *android* terbaru yang telah dirilis dapat ditunjukkan oleh gambar berikut.



Gambar 5. 15. Versi dari Sistem Operasi Android

Antarmuka pengguna pada versi 2.0/2.1 (*Eclair*), memperkenalkan HTML5 dan dukungan Exchange ActiveSync 2.5. Sedangkan versi 2.2 (*Froyo*), menghadirkan kecepatan yang ditingkatkan dengan optimasi JIT dan *enjin Chrome V8 JavaScript*, serta menambahkan *Wi-Fi tethering hotspot* dan dukungan *Adobe Flash*. Pada versi 2.3 (*Gingerbread*), diperhalus *interface* penggunanya, ditingkatkan pada *soft keyboard* dan fitur *copy/paste*, serta menambahkan dukungan terhadap NFC.

Kemudian, versi 3.0 (*Honeycomb*), merilis berorientasi tablet dan mendukung layar perangkat yang lebih besar dan memperkenalkan berbagai fitur baru pada *interface* pengguna, serta mendukung prosesor *multiform* dan *hardware akselerasi grafis*. Berikutnya, versi 4.0 (*Ice Cream*), merupakan kombinasi dari *Gingerbread* dan *Honeycomb* menjadi sebuah kohesif utuh. Versi ini memiliki fitur-fitur baru yang

ditambahkan ke *Smartphone* Seperti perangkat ta *offline*, pengenalan wajah untuk *unlock*, data jaringan, dan monitoring pemakaian.

Setelah itu, muncul versi 4,1-4,3 (Jellybean), fokus barunya mengenai daya tanggap dengan *Project Butter*, *Jelly Bean* menghadirkan akun *multi-user*, notifikasi yang dapat ditindaklanjuti,, widget dengan layar terkunci, pengaturan cepat di bar pemberitahuan, penyediaan Fotosfer kamera *Android* dan *Google Now*. *Jelly Bean* dipuji oleh banyak orang sebagai titik balik bagi *Android*, di mana semua layanan menarik dan pilihan kustomisasi akhirnya memenuhi pedoman desain yang handal. Versi berikutnya yaitu versi 4.4 (Kitkat), KitKat membawa tampilan *Android* yang lebih ringan, datar dan jauh lebih berwarna, akan tetapi perubahannya lebih banyak berada di bawah kap mesinnya. Perubahan ini adalah dasar bagi hal-hal seperti peluncur *Google Now*, integrasi SMS dengan *Hangouts*, dan lebih mudah dan cepat menggunakan semuanya. Pada Versi 5.0 (*Lollipop*),

Google merilis *Android* 5.0 *Lollipop* dengan Nexus 6 dan Nexus 9, dan dibuat dalam bahasa desain baru dan dukungan terhadap perangkat 64-bit. Hal ini juga menunjukkan pertama kalinya *Google* menyediakan preview pengembang versi beta dari perangkat lunak.

Untuk versi yang terakhir, dirilis Marshmallow dengan versi 6.0 sebagai tingkatan versinya. Dalam versi ini, *android* mendapatkan kontrol yang lebih baik atas hak akses , yang memungkinkan untuk mengendalikan bagian apa dari aplikasi data yang dapat diakses, daripada menyetujuinya dengan hanya menginstal aplikasi disaat pertama kalinya. Hal tersebut hanyalah permulaan, dan fitur seperti aplikasi yang menghubungkan dan membantu API yang baru akan

memungkinkan pengembang untuk membangun aplikasi yang lebih baik dan lebih powerful (Narmatha & KrishnaKumar, 2016).

3. *Location Based Services* (LBS)

Layanan berbasis lokasi (LBS) merupakan sebuah class mendasar atau utama dari program komputer tingkat entitas yang menggunakan informasi lokasi untuk mengendalikan fitur-fiturnya. layanan ini menggabungkan posisi perangkat *mobile* dengan data lainnya, sehingga memberikan nilai tambah bagi pengguna. LBS menentukan informasi yang tersedia dengan peralatan *mobile* menggunakan jaringan *mobile* dan memanfaatkan kemampuannya dalam menggunakan posisi perangkat *mobile*.

Berbasis Lokasi (LBS) berkembang pesat dengan kemampuan jaringan *mobile* untuk menentukan lokasi dari perangkat yang digunakan secara akurat. Tujuan LBS menyediakan lokasi, navigasi, informasi, iklan bertarget, pemberitaan dan layanan lainnya, dimana kesiapan pengguna adalah faktor yang menentukan. Aplikasi tersebut umumnya berkembang selama sistem penentuan posisi dan pengaturannya ditingkatkan untuk mendukung berbagai tugas spesifik yang tergantung dengan respon lokasi (Priya, Hemavathi, Mohanram, & Rajeshkumar, 2016).

Layanan informasi yang mampu diakses memakai device dan konektivitas *mobile*, serta memiliki kapabilitas dalam membuat pemanfaatan posisi perangkat *mobile* adalah pendefinisian lebih lanjut dari LBS (*Location Based Service*). Dengan kata lain, LBS dapat digambarkan sebagai sebuah aplikasi atau sistem yang bergantung pada lokasi tertentu. LBS terdiri dari dua kategori, yaitu yang mbahan pada foto, pencarian email secara memicu dan yang diminta pengguna.

Dalam skenario yang diminta pengguna, pengguna mendapatkan posisi hanya sekali dan menggunakan informasi yang tergantung pada lokasi spesifik tersebut pada permintaan berikutnya. Jenis layanan ini umumnya melibatkan kedua lokasi individu (menemukan di mana pengguna berada) dan lokasi layanan (mana yang terdekat). Sebagai contoh, jenis layanan LBS ini adalah navigasi (peta) dan arah (informasi perutean). Sebaliknya, yang memicu LBS bergantung pada kondisi yang telah diatur sebelumnya, ketika dicapai kondisi tersebut akan mendapatkan posisi spesifik sebuah perangkat. Contohnya, yaitu ketika pengguna melewati batas jaringan selular. Salah satu contoh lainnya, yaitu pada layanan gawat darurat, kondisi tersebut akan mengaktifkan panggilan ke pusat darurat dan permintaan lokasi secara otomatis dari jaringan selular.

4. GPS

Sistem navigasi yang didasarkan pada area jangkauan GPS satellite secara real time merupakan defenisi dari GPS (*Global Positioning System*), di mana tidak terdapat halangan terhadap minimum empat atau GPS satellite. Sistem GPS memberikan kemungkinan relevan yang akurat untuk keperluan militer, sipil, dan komersial pengguna di berbagai belahan dunia (Priya, Hemavathi, Mohanram, & Rajeshkumar, 2016).

Dasar dari GPS adalah proses trilaterasi dari sekelompok satelit. Untuk trilaterasi, pengukuran jarak GPS receiver menggunakan waktu tempuh sinyal radio. Jarak diukur dengan men radio dari satelit untuk membuat satu arah perjalanan ke GPS *Receiver*. Trilateration seperti *triangulasi*, yang menggunakan jarak yang diketahui dan ukuran sudut untuk menentukan suatu titik dalam ruang

geografis. *Trilateration* menggunakan dua atau lebih titik referensi dan jarak dari titik-titik ke titik subjek untuk menentukan jarak.

Global Positioning System (GPS) disebut juga sebagai sistem yang terdiri dari serangkaian satelit yang lebih dari 30 satelit di orbit terendah bumi. Satelit tersebut memberikan sinyal yang dapat dideteksi oleh alat penerima di permukaan bumi. Sistem ini memungkinkan perangkat yang memiliki sensor GPS dapat menerima sinyal yang jelas dari minimal 4 satelit untuk menentukan lokasi yang akurat dari pengguna secara real time diseluruh dunia. Dengan manfaat dari sinyal satelit, penerima dapat melakukan pelacakan lokasi yang secara akurat. Sistem GPS memanfaatkan standar integrasi sistem (*longitude dan latitude*) yang dapat digunakan pada setiap aplikasi atau peta fisik. Sistem GPS dikembangkan dan dikelola oleh bidang pertahanan militer USA (Milner, 2016).

5. SDK (*Software Development Kit*)

Augmented Reality SDK merupakan seperangkat tools dan library yang disediakan kepada pengembang untuk mengembangkan aplikasi *Augmented Reality*. SDK tersebut membantu untuk memfasilitasi banyak komponen dalam aplikasi AR seperti pengenalan obyek, pelacakan objek, lokasi berbasis AR, rendering konten dan visualisasi (Rattanarungrot, White, Patoli, & Pascu, 2014). Metaio SDK adalah salah satu solusi AR lengkap yang berarti bahwa tools tersebut menangani baik pelacakan maupun rendering. Metaio mendukung iOS dan Android, dimana membutuhkan lisensi untuk digunakan tanpa watermark. Metaio mendeteksi setiap gambar 2D, lokasi dan 3D objek menggunakan NTF, GPS dan SLAM. SDK selanjutnya memungkinkan penggunaan barcode 2D dan QR-kode. Salah

satu fitur khusus Metaio yang telah diterapkan dan dipatenkan, yaitu menambahkan kesan gravitasi ke objek *augmented*. Metaio tidak memiliki komunitas pengembang yang besar seperti yang ditawarkan Vuforia. Metaio dapat diintegrasikan dengan Unity 3D untuk visualisasi dan rendering objek virtual (Reuterdaahl, 2014).

Dengan berbagai keunggulan *software development kit* (SDK), banyak pengembang memanfaatkan SDK untuk mengembangkan berbagai aplikasi dengan beragam tujuan. Saat ini, *Augmented Reality* (AR) SDK telah banyak digunakan oleh pengembang untuk mengembangkan berbagai aplikasi mobile. SDK *Augmented Reality* antara lain Metaio, Vuforia, Wikitude, D'Fusion, dll perbandingan berbagai SDK *Augmented Reality* dan fiturnya telah dipelajari (Amin & Govilkar, 2015).

BAB 6

KRONOLOGIS SEJARAH DAN KEMAJUAN ILMIAH DALAM PENGEMBANGAN TEKNOLOGI SOLAR CELL

6.1. Pendahuluan

Bab ini menjelaskan sejarah kronologis dan kemajuan ilmiah dalam kegiatan penelitian dan pengembangan yang berkaitan dengan teknologi sel surya dari tahun 1954 hingga sekarang. Ilmuwan telah mengidentifikasi potensi senyawa semikonduktor III-V, nanoteknologi dan bahan organik yang dapat digunakan dalam desain dan pengembangan sel surya, juga dikenal sebagai sel *fotovoltaik* (PV). Penting untuk menunjukkan bahwa sel PV tidak hanya ramah lingkungan, tetapi mereka menawarkan sumber energi listrik yang bersih, efisien, dan dapat diandalkan. Mengapa kebutuhan untuk teknologi solar sekarang begitu penting? Meningkatnya harga minyak, biaya energi yang tinggi, kondisi cuaca yang ekstrem, dan efek rumah kaca global telah memaksa perencanaan energi untuk mencari sumber alternatif untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak, dan gas, dan untuk beralih ke bentuk

energi bersih lain yang dibutuhkan untuk melindungi planet kita (Dave Clark, 2007). Perhatikan bahwa sejumlah besar emisi karbon dioksida dilepaskan ketika daya listrik yang dihasilkan dengan menggunakan batu bara, gas, dan kayu. Selain itu, batubara yang diekstrak dari tambang batu bara terpencil harus diangkut ke lokasi pembangkit listrik berbahan bakar batubara. Ini melibatkan biaya transportasi yang sangat besar dan keterlambatan dalam pengiriman batubara di bawah kondisi iklim yang merugikan.

Pembangkit listrik tenaga nuklir mahal dan membutuhkan waktu lama untuk membangun. Baru-baru ini sebuah rencana untuk membangun dua pabrik berbahan bakar batu bara di Utah dijatuhkan, karena tingginya biaya dan keberatan terhadap pemanasan global. Sebuah studi baru-baru ini oleh industri berbasis proyek Electric Power Research Institute bahwa pembangkit listrik tenaga batubara akan menghabiskan biaya lebih besar dibandingkan dengan pembangkit listrik tenaga nuklir atau pembangkit listrik tenaga gas alam pada tahun 2025.

Ahli analisis industri lain menyatakan bahwa harga listrik meningkat dari 35 persen menjadi 65 persen pada tahun 2015, jika Kongres AS mengeluarkan larangan efek rumah kaca atau polusi berbasis karbon. Pembangunan dan instalasi pembangkit listrik tenaga nuklir melibatkan investasi modal lebih dari \$3.000.000.000 dan membutuhkan waktu minimal dua sampai tiga tahun. Selain itu, pembuangan dan penyimpanan limbah radioaktif menghadirkan masalah serius. Pembangkit listrik dapat juga menggunakan gas alam, tetapi gas alam bersifat volatil baik dalam pasokan maupun harga.

Untuk alasan yang dikutip di atas, ilmuwan energi di seluruh spektrum politik telah meningkatkan minatnya

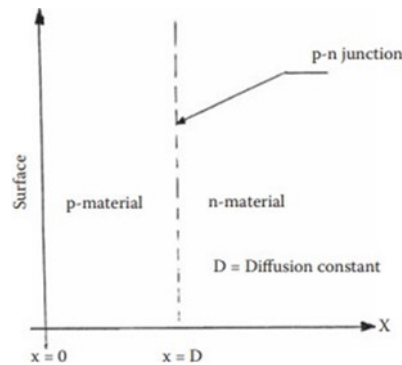
dalam sumber energi alternatif seperti turbin angin, hidroturbines, dan sel surya. Hal ini sama pentingnya untuk menyebutkan bahwa teknologi fotovoltaik (PV) menawarkan metode yang langsung untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik tanpa emisi karbon dioksida atau efek rumah kaca.

Energi matahari didasarkan pada efek fotovoltaik, yang pertama kali diamati pada tahun 1839. Sebuah perangkat PV menggabungkan p-n junction dalam bahan semikonduktor di mana tegangan dikembangkan dari radiasi matahari. Tegangan yang dihasilkan di seluruh junction tergantung pada sifat p-bahan dan n-bahan dan konstanta difusi. Sebuah model teoritis satu dimensi dari sel PV ditampilkan dalam Gambar 6.1. Penyerapan sinar matahari terjadi pada medium semikonduktor. Silikon adalah bahan semikonduktor penyerap yang lemah, sehingga menghasilkan efisiensi koleksi terendah. Bahan semikonduktor yang digunakan dalam pengembangan sel PV harus menyerap sebagian besar spektrum surya terdekat ke permukaan untuk mencapai efisiensi koleksi tinggi.

Sel surya pertama kali dikerahkan untuk menyediakan daya listrik untuk kendaraan ruang angkasa dan sistem komunikasi satelit pada akhir 1950-an, karena perangkat ini tidak memerlukan pemeliharaan selama periode panjang (5 sampai 10 tahun) dan menawarkan keandalan maksimum tanpa kompromi dalam efisiensi konversi.

Sel surya silikon digunakan untuk memasok tenaga listrik di satelit Vanguard dimasukkan ke orbit pada tahun 1958. Setelah itu, sel tersebut sering digunakan dalam satelit terrestrial. Namun, aplikasi ruang tetap menjadi pasar utama selama lebih dari dua dekade. Ilmuwan energi terkemuka yang diakui pada tahun 1973 menyatakan bahwa fotovoltaik

adalah kandidat yang layak untuk pasokan energi nonfosil masa depan. Kegiatan penelitian pada sel PV menunjukkan bahwa biaya pengembangan dan biaya komponen sistem harus dikurangi dengan faktor 1000, jika teknologi sel surya yang akan dikerahkan untuk aplikasi komersial dan domestik. Saat ini harga untuk sistem listrik terhubung jaringan yang saat ini beroperasi di Amerika Serikat, Jepang, dan negara Eropa telah dikurangi dengan faktor 100.

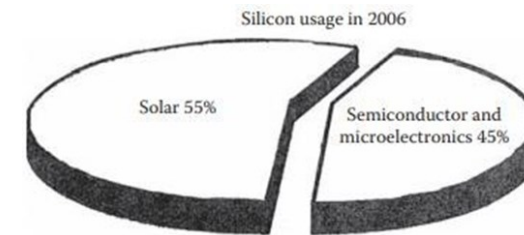


Gambar 6.1 Geometri satu dimensi untuk model teoritis sel PV.

Sebuah survei pada tahun 2003 bahwa saham pasar teknologi baru yang digunakan dalam desain dan pengembangan sel surya mengungkapkan bahwa sekitar 55 persen telah diperhitungkan oleh teknologi polycrystalline silikon, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.2 dimana 30 persen oleh kristal tunggal teknologi silikon, 5,6 persen dengan silikon amorf (a-Si) teknologi, 6 persen oleh a-Si-pada teknologi slice CZ, dan 3,5 persen dengan teknologi pita tipis.

Penelitian ilmiah pada sel surya menggunakan film tipis kadmium Telluride (CdTe) menunjukkan bahwa perangkat tersebut memberikan biaya fabrikasi tinggi dan efisiensi rendah. Film tipis indium-Timah (InSb) oksida dianggap paling menarik dalam fabrikasi sel surya PV, tetapi

mereka juga memberikan biaya tinggi, yang dapat secara signifikan dikurangi menggunakan Q-Switched, Solid-State laser yang beroperasi pada 1064 mikron.



Gambar 6.2. Aplikasi sel surya sekarang memperhitungkan lebih dari 55 persen dari wafer silikon yang digunakan di seluruh dunia.

Permintaan akan energi selalu menjadi penggerak utama dalam pengembangan kemampuan industri. Penemuan mesin uap memicu revolusi industri dan evolusi konsekuensi ekonomi energi berdasarkan kayu dan batubara. Sejak saat itu, pertumbuhan ekonomi energi terus menerus difokuskan pada berbagai sumber energi, seperti nuklir, angin, air, minyak, dan gas. Energi nuklir sangat mahal dan menimbulkan bahaya radiasi dan masalah limbah nuklir. Sumber energi listrik menggunakan batu bara, kayu, gas, dan minyak menghasilkan sejumlah besar polusi atau emisi karbon dioksida, sehingga menimbulkan resiko kesehatan.

Semua sumber daya energi listrik ini memerlukan investasi modal besar dan pemeliharaan terjadwal. Dalam kasus pembangkit listrik berbahan bakar batubara, investasi modal tinggi, biaya transportasi batubara, dan keterlambatan pengiriman di bawah kondisi iklim yang merugikan dapat menimbulkan masalah serius. Di sisi lain, sumber energi surya menyediakan bebas polusi, mandiri, handal,

tenang, jangka panjang, bebas perawatan, dan sepanjang tahun terus-menerus dan tak terbatas operasi dengan biaya moderat. Meskipun semua manfaat dari sel surya dan hampir 55 tahun setelah penemuan mereka, Sel surya PV yang menghasilkan hanya 0,04 persen dari dunia on-grid listrik karena tingginya biaya sel surya, yang berada di luar jangkauan konsumen umum.

Berdasarkan tinjauan statistik tahun 2007 konsumsi energi dunia, 30 persen dari energi listrik yang dihasilkan dari batubara, 16 persen dari gas alam, 15 persen dari generator air, 9 persen dari minyak, 4 persen dari reaktor nuklir, dan hanya 1 persen dari sel surya. Di Amerika Serikat, energi matahari dari semua jenis memenuhi kurang dari 0,1 persen dari permintaan listrik. Semua negara industri dan Barat seperti Amerika Serikat, Jerman, Jepang, Brasil, Italia, Spanyol, dan negara Eropa lainnya beralih ke pembangkit listrik dari sel surya, karena investasi modal tinggi, radiasi, dan emisi karbon dioksida yang terkait dengan pembangkit listrik berbahan dasar batubara, berbasis nuklir, berbasis gas, dan berbasis minyak.

6.2. Identifikasi parameter kritis dan aspek desain dari sel surya silikon

Sel surya semikonduktor PV berbasis silikon telah digunakan untuk menunjukkan aplikasi yang paling praktis dan handal dari efek fotovoltaiik. Sebuah junction semikonduktor sederhana dapat dihasilkan dari silikon kristal tunggal. Kontak resistansi rendah ditambahkan untuk menekan energi listrik yang dihasilkan ketika sel terkena sinar matahari. Sekitar tegangan DC 0,45 volt dihasilkan di setiap sel terlepas dari dimensi untuk arsitektur sel tertentu. Arus DC dan dengan demikian daya yang tersedia sangat tergantung pada

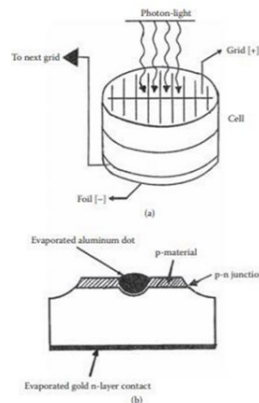
area sel yang terkena sinar matahari dan kemampuan penyerapan wafer silikon, yang terletak di antara dua kontak.

Penting untuk menyebutkan bahwa semakin tinggi kemampuan penyerapan bahan semikonduktor, semakin tinggi tegangan PV akan melintasi terminal sel. Dalam kasus bahan dengan kemampuan penyerapan lemah seperti silikon, sebagian besar pembawa dihasilkan di dekat permukaan. Berdasarkan perhitungan awal, orang dapat mengharapkan daya output DC berkisar dari sekitar 250 mW dari sel 57 mm untuk sekitar 1000 mW atau 1 kW/m² dari sel 100 mm di bawah kondisi standar. Kondisi standar didefinisikan oleh NASA sebagai 100 mW/cm² intensitas matahari dengan suhu sel 28 0C di permukaan laut. Tegangan yang lebih tinggi dimungkinkan dengan menghubungkan sel dalam seri, sementara daya output yang lebih tinggi dimungkinkan dengan menghubungkan sel secara paralel.

Sel surya dapat dipasang pada substrat poliester yang terisi kaca. Output sel bersih adalah produk intensitas matahari ($I = 100 \text{ mW/cm}^2$) dan efisiensi konversi perangkat, yang biasanya sekarang sekitar 16 persen untuk sel silikon. Modul Surya mungkin berisi beberapa sel yang terhubung secara seri dan paralel menggunakan teknik interkoneksi dan enkapsulasi paling canggih. Desain modul harus menawarkan pendekatan biaya-efektif untuk memenuhi persyaratan daya keluaran surya tertentu tanpa kompromi dalam kehandalan. Modul ini dapat dipasang pada panel surya dalam seri dan konfigurasi paralel untuk memenuhi kemampuan pembangkit daya tertentu.

Sel surya harus dikemas dalam berbagai modul untuk mengoptimalkan kinerja listrik dari sistem tenaga surya yang paling cocok untuk aplikasi tertentu. Penting untuk menyebutkan bahwa sel surya dasar tersedia dengan

diameter 57, 90, dan 100 mm. Selanjutnya, setengah sel, sel kuartal, atau konfigurasi lain dapat digunakan di mana aplikasi tertentu dijamin. Modul dapat menggunakan kemasan yang berbeda dan encapsulating bahan untuk mencapai ekonomi maksimum dan untuk memenuhi persyaratan lingkungan yang berbeda. Untuk banyak aplikasi, silikon digunakan untuk segel kedap udara dan untuk melindungi integritas sel di bawah kondisi operasi yang keras. Polikarbonat harus digunakan untuk memenuhi resistensi dampak tinggi dan perlindungan maksimum di bawah kondisi mekanik yang ekstrem. Semua modul harus dirancang atau dibangun dengan perawatan yang optimal. Aksesori lain seperti regulator tegangan, Inverter, dan perangkat keras pemasangan diperlukan untuk menyelesaikan sistem pembangkit tenaga surya.



Gambar 6.3. Rincian arsitektur sel surya menunjukkan (a) diagram skematik dan (b) tampilan penampang sel.

Seperti disebutkan sebelumnya, sejumlah besar sel surya dan modul akan diperlukan untuk memenuhi kebutuhan daya output tertentu. Dasar panel memberikan integritas mekanis, sementara penutup kaca menawarkan

perlindungan yang maksimal dari faktor lingkungan seperti debu, hujan, angin, kelembaban. Penutup ini harus menyediakan transmisi maksimum untuk radiasi matahari, tetapi dengan refleksi minimum dan kerugian penyerapan minimum. Panel komersial yang tersedia memiliki panjang 48 inci, lebar 18 inci, dan ketebalan tidak melebihi 2 inci. Analisis komputasi diperlukan untuk mencapai desain panel yang paling efektif biaya yang terdiri dari modul surya, juga dikenal sebagai array surya, dan Inverter. Analisis harus menentukan sudut kemiringan yang tepat mampu mengoptimalkan baik lokasi dan kinerja sistem surya. Konfigurasi panel, lokasi, dan persyaratan instalasi akan dibahas secara lebih terperinci dalam bab terpisah.

6.3. Aplikasi sistem tenaga surya

Karena sistem energi PV menyediakan bahan bakar bebas polusi, dan tidak mengganggu sumber listrik, sistem energi surya cocok untuk banyak aplikasi, seperti lampu penghalang pendaratan untuk Bandara, air memompa untuk irigasi, sumber daya untuk rumah dan bangunan komersial, pemancar alarm perimeter, pagar perbatasan elektronik, alarm intrusi untuk keamanan, tanda-tanda jalan Raya, radio ransel portabel, terletak di jarak jauh, sistem surveilans elektronik tak berawak, Penyiaran TV pendidikan, rel kereta api, stasiun relay radio, sensor bantuan navigasi, sistem peringatan gempa berbasis laut, pemancar alarm darurat, satelit komunikasi, dan sistem pengintaian dan pengintai berbasis Antariksa.

Saat ini sistem pembangkit listrik tenaga surya untuk rumah dan bangunan komersial mendapatkan perhatian tertinggi. Baru-baru ini, seorang pemilik gedung kantor San Jose David Kaneda (Sandra Upson, 2007) mengungkapkan

keberadaan gedung perkantoran yang mengkonsumsi daya listrik nol, tidak menghasilkan emisi karbon dioksida atau efek rumah kaca, dan tidak memerlukan bahan bakar fosil untuk pemanasan atau pendingin udara. San Jose pembangun dan perusahaan yang berbasis di Santa Clara telah direnovasi oleh listrik dan sistem pencahayaan menggabungkan teknologi sel surya terbaru. Dia telah memasang panel surya di atap bangunan bersama dengan skylight di antara panel untuk menerangi bangunan dengan sinar matahari alami. Baru-baru ini, pembangun Santa Clara memulai renovasi bangunan tua dengan panel surya, dengan tujuan menciptakan perumahan ramah lingkungan dan gedung perkantoran.

Penting untuk disebutkan bahwa skylight terkadang dilengkapi dengan lampu fluoresen yang efisien. Tuan Kaneda telah terputus dengan pipa gas alam untuk memanaskan bangunan dan merekomendasikan skema pemanasan alternatif, yaitu, energi listrik surya, dengan menginstal panel fotolistrik cukup untuk memenuhi seluruh beban listrik 30 kW. Energi surya listrik 30 kW akan memenuhi semua pencahayaan, pemanasan, dan persyaratan pendinginan bangunan di siang hari. Area kritis perlu diatasi untuk mengurangi penggunaan energi listrik: pencahayaan, pemanasan, pendinginan, dan beban aksesoris seperti komputer, printer, oven microwave, lemari es, dan hal lainnya.

Beberapa aspek arsitektur bangunan harus diberikan pertimbangan serius. Parameter konkret bangunan harus menyediakan ketentuan untuk instalasi jendela dan skylight diperlukan untuk mengurangi kebutuhan energi. Kaca khusus harus digunakan untuk jendela untuk memungkinkan cahaya terlihat melalui kaca tetapi

memblokir cahaya inframerah dan ultraviolet untuk menjaga kantor tetap dingin. Sebuah overhang di sisi selatan akan menaungi jendela dari matahari langsung di sisi timur, sementara kaca elektrochromic dikendalikan oleh sensor akan menggelapkan jendela ketika matahari menyinari secara langsung dan akan membuatnya transparan. Plafon tinggi akan memberikan cahaya yang menyebar di kantor dan di area di mana skylight iluminasi terlalu kuat, berbagai diffusers dapat dikerahkan, jika diperlukan. Lampu fluoresen energi rendah harus digunakan bersama dengan sirkuit switching dan dimmer berbiaya rendah untuk menghemat listrik.

Perancang bangunan hemat energi merekomendasikan pemasanga Pompa Pemanas panas bumi untuk pendinginan dan memanaskan gedung. Pompa panas Geothermal mengambil keuntungan dari fakta bahwa pada beberapa kedalaman di bawah permukaan bumi, suhu tanah tetap konstan pada 10 °C atau 42 °F. Kedalaman ini bervariasi dari tempat ke tempat, tetapi di California Utara, kedalaman ini adalah sekitar 6 kaki di bawah permukaan tanah. Ketika air mengalir ke gedung melalui pipa air yang dipasang di bawah kedalaman ini, ia berjalan melalui penukar panas yang mengumpulkan panas dari tanah di musim dingin dan menarik panas keluar dari gedung di musim panas. Dengan cara ini, pompa panas Geothermal menyediakan pemanasan dan pendinginan di gedung dengan listrik minimum. Dengan demikian, pompa panas Geothermal dapat dioperasikan dengan energi listrik yang dihasilkan minimum surya tanpa efek rumah kaca. Energi listrik dapat disimpan melalui beberapa metode menggunakan layar LCD, sensor cahaya dan gerak yang diperlukan untuk mematikan lampu ketika tidak diperlukan, komputer meja atas, dan peralatan efisien energi dan aksesoris kantor.

Perusahaan atap adalah batas terbaru dalam teknik pembangkit energi surya (Sandra Upson,2007) dan telah menerima perhatian terbesar dari raksasa industri seperti Google, bahan terapan, target, Kohl's, Wal-Mart's, Tesco supermarket di Inggris, dan korporasi di Jerman, Spanyol, Australia, Israel, Jepang, dan Brasil. Di Amerika Serikat saja, kapasitas pembangkit listrik tenaga surya telah meningkat dari 3 MW di 2003 sampai 185 MW di 2007, dan lebih dari 70 persen dari instalasi surya berada di California, karena negara ini menawarkan insentif pajak. Sebagai contoh, pembangkit tenaga surya melibatkan 9222 polysilicon panel surya di kuasi-miring bidang horisontal menghadap ke Barat. Sistem tenaga surya mampu menghasilkan 9000 kWh listrik. Bahkan deretan atap carport memiliki lebih banyak panel surya untuk menghasilkan tambahan jumlah listrik. Google mengklaim semua panel ini menghasilkan 1,9 MW listrik, cukup untuk memenuhi 30 persen dari permintaan listrik puncak bangunan atau kekuasaan 1000 rumah California. Instalasi tenaga surya adalah yang terbesar di Amerika Utara.

Perusahaan atap dengan kemampuan pembangkit tenaga surya mendapatkan perhatian di seluruh dunia. Pabrik di Jerman, Spanyol, Jepang, dan Belanda terlibat dalam desain dan pengembangan sumber daya energi surya di atap. Pasar untuk pemasangan fotovoltaik atap meningkat sebesar 40 persen per tahun di Amerika Serikat saja. Instalasi atap Solar tumbuh 100 persen di Spanyol pada tahun 2006. Pasar energi surya Jerman relatif rata di 2006, tetapi Jerman akan menginstal PV menghasilkan sistem, menurut sebuah laporan oleh Asosiasi industri energi surya. California telah menjadi pertumbuhan tercepat kedua di pasar surya dunia, yang sedang didorong terutama oleh aktivitas di atap perusahaan instalasi surya. Pada 2006, sektor komersial menyumbang 66 persen dari kapasitas yang baru dipasang di

Amerika Serikat, naik dari 14 persen pada tahun 2001, menurut data yang dikeluarkan oleh Departemen Energi AS.

Pada bulan Maret 2007, bahan Terapan Santa Clara, California mengumumkan rencana untuk menginstal sebuah sistem pembangkit tenaga surya 1,9 MW di atap dari Sunnyvale, California kompleks. Di Britania Raya, Tesco, jaringan supermarket yang berbasis di Inggris, bermaksud untuk memasang 2 MW instalasi energi surya di kompleks perkantoran. Wal-Mart, pengecer terbesar di dunia, bermaksud untuk mengungguli semua perusahaan ini dengan rencana Multipart untuk menginstal sistem tenaga surya dengan menghasilkan kapasitas melebihi 5,6 MW di atap 222 Toko di California dan Hawaii. Dua lainnya ritel diskon raksasa, target dan Kohl's, memiliki rencana masa depan segera untuk mengubah atap mereka menjadi kecil, independen sumber daya energi surya.

Perusahaan instalasi atap solar akan menyadari peningkatan yang signifikan dalam pembangkit listrik tenaga surya, jika perbaikan dalam efisiensi panel surya dan pengurangan biaya panel surya terwujud. Efisiensi panel surya saat ini sekitar 15 persen (maksimum) dan harga modul surya diperkirakan akan berkurang sekitar 5 persen per tahun. Berdasarkan fakta ini para ahli energi industri memprediksi bahwa sistem energi surya tidak akan mampu bersaing dengan sumber daya listrik yang ditawarkan oleh perusahaan utilitas publik sampai tahun 2015 setidaknya. Namun, dengan agresif federal dan negara pajak Rabat dan subsidi dan melewati hukum perlindungan lingkungan yang ketat, situasi dapat berubah.

Persyaratan kinerja modul dan biaya panel surya memainkan peran kunci dalam membenarkan penyebaran instalasi energi matahari pada struktur perusahaan dan

bangunan komersial. Kemampuan pembangkit listrik dan efisiensi konversi per modul surya akan menentukan biaya pemasangan panel surya. Dalam kasus instalasi surya Google, masing-masing panel surya menghasilkan sekitar 210 W menggunakan sel silikon polycrystalline, dengan masing-masing modul memiliki efisiensi yang lebih baik yaitu 13 persen. Karena panel surya menghasilkan arus DC, setiap sistem memerlukan Inverter untuk mengubah arus DC ke AC untuk memenuhi persyaratan catu daya utilitas.

Konverter tersebut memiliki efisiensi konversi lebih baik dari 96 persen. Ahli energi memperkirakan bahwa biaya instalasi surya berkisar antara \$3 dan \$5 per watt di California, dan antara \$6 dan \$10 per watt di tempat lain di Amerika Serikat, setelah anjak dalam Rabat lokal dan federal dan insentif pajak untuk instalasi tata surya. Menurut California Utara Asosiasi energi matahari, biaya rata-rata menginstal tata surya besar adalah \$8,50 per watt sebelum Rabat dan insentif pajak, yang dapat menurunkan biaya instalasi mendekati \$2,80 per watt setelah berbagai insentif. Berdasarkan data biaya ini, sistem Solar Google kemungkinan besar akan mengambil sekitar \$4.500.000 dari negara bagian California pada total investasi lebih dari \$13 jutaan. Pajak Federal menerobos melalui UU kebijakan energi 2005 akan menghasilkan tabungan lebih lanjut ke Google.

Penting untuk menunjukkan bahwa kegiatan penelitian dan pengembangan yang agresif sejauh ini gagal untuk memangkas instalasi surya per watt. Google sangat ingin melakukan proyek instalasi tenaga surya ini, karena pemilik Google telah menginvestasikan banyak dalam sebuah perusahaan start-up yang disebut Nano Solar yang mengkhususkan diri dalam film tipis teknologi sel surya mampu menghasilkan sel surya dengan efisiensi konversi

yang lebih tinggi dan biaya fabrikasi yang lebih rendah. Selain itu, pembatasan emisi karbon dan volatilitas harga listrik telah memaksa raksasa perusahaan untuk mempertimbangkan serius alternatif dan lebih murah sumber energi listrik.

Laporan terbaru yang diterbitkan mengungkapkan bahwa instalasi tenaga surya mendapatkan insentif keuangan dan bantuan dari penyedia layanan surya, yang dapat mencapai jutaan dolar. Para penyedia surya membujuk calon pelanggan bisnis untuk menandatangani perjanjian yang pada gilirannya berlaku mengubah penyedia mereka menjadi perusahaan utilitas miniatur. Kantor-pasokan perusahaan Staples adalah yang pertama untuk mengejar skema tersebut di 2004 dengan Sun Edison, penyedia layanan listrik tenaga surya terkemuka di Maryland untuk sistem instalasi surya 280- kW pada dua gudang di California. Ini instalasi surya tertentu mencakup lebih dari 10 persen dari beban listrik untuk kedua fasilitas. Sun Edison menginstal modul surya tanpa biaya pada gudang pelanggan dan mengambil tanggung jawab untuk pemeliharaan sistem. Dalam situasi ini, pelanggan menandatangani kontrak jangka panjang tidak melebihi 20 tahun, yang mengunci pelanggan untuk membeli kembali energi listrik yang dihasilkan oleh mereka panel pada tingkat bunga tetap. Tingkat ini lebih rendah dari harga eceran yang dibebankan oleh perusahaan utilitas.

Konsultan energi independen mengungkapkan bahwa 40 persen dari instalasi surya komersial baru-baru ini telah pergi dengan surya dan bukan per-watt memperhitungkan rincian fisik dari penempatan panel surya, yang memungkinkan penggantian lebih murah. Kinerja sistem tenaga surya bergantung pada sudut kemiringan panel dan masa shading serta koordinat ketinggian dan azimuth yang

biasa digunakan untuk menggambarkan posisi matahari yang jelas di langit. Rabat adalah bagian dari sistem berjenjang dirancang untuk mengurangi insentif dari masa ke masa dan di 2008 persyaratan efisiensi energi. Di Amerika Serikat hanya New Jersey telah menunjukkan minat besar dalam mengejar instalasi surya berdasarkan teknologi fotovoltaik dan memiliki tertinggi kedua dipasang kapasitas surya 18 MW di 2006. Sebagai perbandingan, Florida memiliki instalasi energi surya dengan kapasitas moderat 170 kW. Arizona, New York, Colorado, Texas, dan Massachusetts telah menunjukkan minat yang besar dalam sistem tenaga surya.

Hal ini menarik untuk dicatat bahwa negara di mana panel surya telah bernada baik tidak selalu di tempat yang paling cerah di dunia. Ahli energi matahari menunjukkan bahwa di 2005, tiga negara menyumbang 90 persen dari 3075 MW diinstal kapasitas fotovoltaik, yang ditingkatkan menjadi 4500 MW pada Desember 2007. Karena tingginya harga listrik, gas, dan minyak di seluruh dunia, sebagian besar negara di Eropa dan beberapa di Asia yang memberikan pertimbangan serius untuk program energi terbarukan seperti energi listrik surya.

Terutama, Harga listrik lebih dari 20 sen per kWh atau lebih per unit, yang dua kali lebih tinggi daripada di Amerika Serikat. Putuskan antara sinar matahari dan Keluaran surya bahkan lebih jelas di luar Amerika Serikat, menurut data yang diterbitkan di 2006 oleh badan energi internasional. Mulai pertengahan 1990-an, Jepang dan Jerman mulai berinvestasi dalam program energi terbarukan. Akibatnya, hari ini berawan Jerman, industri energi terbarukan telah menjadi negara terbesar kedua sumber pekerjaan baru setelah sektor otomotif. Jerman mempekerjakan lebih dari 200.000 insinyur

dan ilmuwan yang terlibat dalam kegiatan penelitian dan pengembangan dengan fokus utama pada program energi matahari. Kapasitas pemasangan fotovoltaik di seluruh dunia diringkas dalam Tabel 6.1.

Tabel 6.1. Kapasitas Instalasi Photovoltaic Surya Di Dunia

Country	Year Installed	Installed Capacity (MW)	% of World Total
United States	2004	480	12,9
Germany	1999	1,430	38,6
Japan	1994	1,425	38,4
Australias	2002	59	1,6
Spain	2003	59	1,6
Netherlands	2004	52	1,6

Catatan: Data yang disajikan di sini menunjukkan pertumbuhan pesat kapasitas instalasi surya, terlepas dari wilayah geografis dan kondisi iklim. Selain itu, data menunjukkan bahwa tiga negara, Amerika Serikat, Jerman, dan Jepang menyumbang 90 persen dari kapasitas instalasi surya di seluruh dunia di 2005.

Bagi perusahaan, pemasangan Solar tergantung pada faktor selain tarif dan Rabat. Di Amerika Serikat, aturan bervariasi dari negara ke negara mengenai bagaimana untuk melampirkan tanaman surya ke jaringan listrik dan bagaimana untuk mengkompensasi produsen untuk listrik mereka ekspor ke grid. Ada aturan umum bahwa energi surya harus menghasilkan kurang dari 50 persen dari

kebutuhan listrik minimum bangunan dan cara ini modul surya tidak pernah datang dekat untuk memproduksi lebih banyak listrik daripada konsumsi yang diperlukan untuk bangunan. Beberapa utilitas perusahaan telah enggan untuk membuka grid mereka untuk jumlah yang semakin besar dari listrik yang mereka tidak dapat mengelola karena kehandalan jaringan dan frekuensi atau gangguan tegangan. Beberapa perusahaan merencanakan Instalasi Solar untuk 100 MW, tapi respon yang lambat dari perusahaan utilitas memaksa mereka untuk menurunkan skala proyek, yang pada dasarnya membatasi pertumbuhan kapasitas instalasi surya. Biaya listrik per kilowatt jam dapat menghalangi perluasan Instalasi Solar.

Ketika harga listrik di antara yang tertinggi di negeri ini, misalnya, 15 sen per kilowatt jam untuk sektor komersial, dibandingkan dengan biaya rata nasional, misalnya, 9 sen per kilowatt jam, perusahaan tidak akan pergi untuk sumber energi surya karena tingginya biaya sistem instalasi surya. Selanjutnya, pengembang proyek tidak siap untuk berinvestasi dalam instalasi Solar sampai mereka yakin perusahaan utilitas akan setuju untuk menghubungkan mereka bebas repot atau tanpa re- kondisi.

Semua masalah ini harus dihadapi oleh pengembang proyek surya sebelum membuat keputusan yang kuat apakah akan maju atau tidak. Hanya beberapa negara di Amerika Serikat telah mengadopsi standar interkoneksi seragam untuk sumber tenaga surya terdistribusi. Sebagian besar perusahaan utilitas telah menetapkan persyaratan interkoneksi mereka sendiri, yang dapat bertentangan dengan yang didefinisikan oleh masing-masing negara. Selain itu, beberapa negara telah mengadopsi standar dan pedoman IEEE yang ditetapkan oleh energi pembaruan

nasional yang didistribusikan dengan penekanan pada keandalan dan keselamatan. Kondisi lingkungan akan sangat membaik dengan penerimaan pemasangan fotovoltaik secara cepat.

Hal ini menarik untuk menyebutkan bahwa Oregon menetapkan kebijakan pada bulan Juni 2007 yang dapat jumlah untuk kredit pajak 50 persen untuk instalasi Solar dan manufaktur untuk mendorong penggunaan penuh energi matahari di seluruh negara bagian. Gerakan tersebut secara signifikan dapat menurunkan harga modul surya dan biaya instalasi. Ahli energi matahari memprediksi bahwa harga panel surya akan melihat pengurangan yang signifikan segera setelah kapasitas manufaktur baru datang online mulai 2008.

Energi matahari adalah sumber terbesar energi yang tersedia untuk bumi, menyumbang 5000 kali Total input energi dari semua sumber lain, dan dapat diandalkan dan ramah lingkungan. Energi matahari adalah sumber didistribusikan secara luas, yang menyediakan 1 kW tenaga surya per meter persegi permukaan bumi terkena sinar matahari langsung di siang hari. Fotovoltaik surya array yang paling cocok untuk komunikasi, pengawasan, dan satelit pengintaian, di mana yang terus, dapat diandalkan, dan sumber energi ramah lingkungan sangat penting.

Aspek desain dan persyaratan untuk sel surya, array surya dan instalasi panel untuk satelit atau kendaraan ruang akan sangat berbeda dari yang digunakan di bumi berbasis sistem energi surya. Sel surya dan modul harus memiliki efisiensi konversi yang lebih tinggi, keandalan, dan integritas mekanis selama periode yang diperpanjang mulai dari 8 sampai 12 tahun dalam lingkungan radiasi ruang angkasa. Sel surya dengan n-p junction lebih disukai dibandingkan sel p-

n junction karena resistensi radiasi ruang yang lebih tinggi. Single- kristal sel surya secara luas dikerahkan dalam satelit komunikasi dan kendaraan ruang angkasa

Sebuah array surya terdiri dari sejumlah besar sel, yang diatur dalam paralel-dan string-seri untuk memberikan daya yang diinginkan dan tegangan. Blocking dioda digunakan untuk memisahkan senar untuk menghindari masalah keandalan. Sel surya terikat langsung ke substrat, yang terdiri dari dua lembar wajah epoxy-fiberglass terikat pada inti aluminium sarang lebah. Bahan perekat yang tepat digunakan untuk modul sel surya ke substrat, yang akan dikenakan variasi suhu yang luas ketika akan menjadi gerhana. Suhu luas kunjungan dan persyaratan untuk hidup sel operasi panjang diperlukan spesifikasi desain yang ketat untuk kedua modul surya dan panel surya. Suhu array surya satelit berputar biasanya dalam kisaran 32 °F sampai 68 °F kecuali ketika matahari vektor sejajar dengan sumbu berputar, seperti diilustrasikan pada Gambar 1.4. dalam hal ini suhu yang terus menyala panel surya mencapai sekitar 176 °F di orbit bumi. Suhu panel akan sedikit lebih tinggi pada ketinggian rendah karena bumi albedo (radiasi elektromagnetik).

Konfigurasi modul surya dan desain array akan menuntut keandalan yang ketat dan kinerja berkelanjutan di bawah variasi suhu yang luas. Kecenderungan ke arah array matahari ringan dan orbit bumi yang lebih tinggi akan menghasilkan temperatur yang lebih luas kunjungan untuk periode gerhana. Ini kunjungan suhu yang luas, kebutuhan kehidupan operasi.

Cara ini dan ini mungkin akan tumbuh lebih populer sebagai perusahaan tambahan beradaptasi instalasi energi surya. Skema ini akan ditemukan paling ekonomis untuk

perusahaan yang mengalami beban listrik puncak selama jam kerja, biasanya 10:00 am sampai 5:00 pm. Karena harga listrik yang dibebankan oleh perusahaan utilitas biasanya ganda, Triple, atau bahkan Quadruple, skema penyedia layanan listrik tenaga surya akan paling efektif biaya dan pelanggan akan bebas dari fluktuasi harga listrik dan emisi karbon. Penting untuk menyebutkan bahwa Power Light perusahaan di Berkley, California, anak perusahaan SunPower, adalah salah satu produsen modul solar terbesar dan installer di Amerika Serikat.

Perencana energi memprediksi bahwa pasokan bahan bakar fosil, gas alam, dan minyak mentah akan berkurang secara signifikan dalam 15 sampai 20 tahun ke depan, sedangkan permintaan listrik telah dua kali lipat setiap 10 tahun, yang akan menimbulkan bahaya kesehatan akibat emisi karbon. Karena sumber energi terbesar ke bumi berasal dari matahari, yang menyumbang 5000 kali Total masukan energi dari semua sumber lain, hal ini paling logis dan diinginkan untuk menggunakan energi matahari sebanyak mungkin.

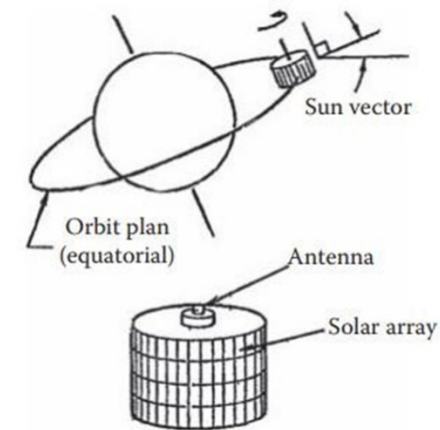
Selanjutnya, negara dan kredit pajak federal dan insentif akan mempercepat penyebaran skema penyedia listrik tenaga surya yang tidak hanya biaya yang efektif, tetapi juga ramah lingkungan, handal, dan independen dari pembatasan asing dan penetapan harga. Didorong oleh Rabat ini dalam lima tahun terakhir, beberapa toko seperti target, Wal-Mart, dan Home Depot serius mempertimbangkan skema instalasi energi matahari 30- kW atau lebih. California Solar inisiatif perusahaan kredit berdasarkan metrik kinerja yang dapat jumlah untuk 25 persen dari biaya sistem listrik tenaga surya, termasuk biaya instalasi, panel surya, Inverter, dan mounting aksesoris. Ketika negara dan kredit pajak

Federal diperhitungkan, bisnis dapat memulihkan lebih dari 50 persen dari keseluruhan biaya sistem surya. Pada 2007, California menawarkan Rabat berdasarkan ukuran tata panjang, dan kehandalan yang lebih tinggi akan menempatkan tuntutan besar pada desain dan keandalan intercell dan koneksi modul antar dalam array surya.

Molibdenum dan Kovar paling cocok untuk interkoneksi antara sel surya individu dalam array, karena mereka memiliki koefisien ekspansi dekat dengan silikon. Bahan ini harus dipilih berkaitan dengan suhu Bersepeda. Dalam kasus berputar array, yang mengalami suhu yang lebih rendah ekstrem, perak atau tembaga interkoneksi dapat digunakan. Dalam array satelit terbaru, teknik pengelasan digunakan bukan solder untuk interkoneksi sel surya.

Kerusakan ruang radiasi untuk sel surya dapat disebabkan oleh muatan-partikel lingkungan, termasuk radiasi terjebak dan Solar flare. Ruang radiasi dapat mempengaruhi transmisi dari slide penutup surya, sel-ke-cover perekat dan panjang difusi dari pembawa minoritas dalam semikonduktor, yang dapat menurunkan kinerja sel surya.

Sel sampel adalah sumber utama untuk perlindungan sel surya. Efek dari lingkungan radiasi dapat paling serius pada kemampuan output tenaga surya sel. Lingkungan radiasi biasanya terdiri dari elektron dan proton dengan intensitas dan spektrum yang beragam secara luas sebagai fungsi ketinggian orbit, kemiringan satelit, dan aktivitas matahari. Efek gabungan dari faktor ini cenderung menurunkan sifat listrik dari sel surya, yang pada gilirannya akan mengurangi output daya sel.



Gambar 6.4. Skema satelit berputar menunjukkan lokasi antena dan array surya, serta karakteristik orbit.

Efek temperatur luar angkasa dapat menurunkan kinerja sel surya dalam hal efisiensi, output daya, dan tegangan sel-sirkuit terbuka. Tegangan sel surya menurun dengan meningkatnya suhu, yang akan menyebabkan penurunan output daya yang tersedia dari sel-sel silikon kira-kira sebesar 0,5 persen per derajat Celcius. Ini berarti array surya yang permukaannya belakangnya dapat memancarkan ke ruang angkasa relatif lebih dingin dan, oleh karena itu, akan memiliki daya output yang lebih tinggi daripada array yang permukaannya belakangnya diblokir oleh pesawat ruang angkasa atau peralatan lainnya.

Array surya dapat dirancang untuk hampir semua tegangan pada tingkat daya yang diberikan. Namun, ada kekhawatiran mengenai keandalan dan kehilangan daya pada tegangan dan daya yang diberikan. Kompleksitas Power Conditioning dapat lega menggunakan desain array hibrida, yang menggunakan array dengan sirkuit terpisah

untuk tegangan tinggi dan rendah. Hybrid array dapat mengurangi berat sistem pendingin daya sebanyak 25 persen.

Output daya dari array surya adalah optimum pada awal kehidupan, yang akan menurunkan perlahan-lahan selama tahun berikutnya tergantung pada tingkat keparahan kerusakan radiasi, frekuensi kunjungan suhu, kecenderungan orbit, dan ketinggian satelit. Komunikasi berbasis satelit sistem surya memiliki peringkat daya berkisar dari 5 untuk 12 kW pada 1970-an, 100 kW untuk 200 kW di 1980-an, dan 300 kW dan di tahun 1990-an dan seterusnya. Sistem tenaga surya dengan kapasitas daya yang lebih tinggi umumnya digunakan oleh satelit komunikasi multisaluran (suara dan transmisi data) dan satelit pengintaian untuk misi militer tertentu dan sangat kompleks dan berat. Satelit komunikasi spin-stabil dalam orbit khatulistiwa sinkron dan array surya mereka adalah silinder berputar, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.5.

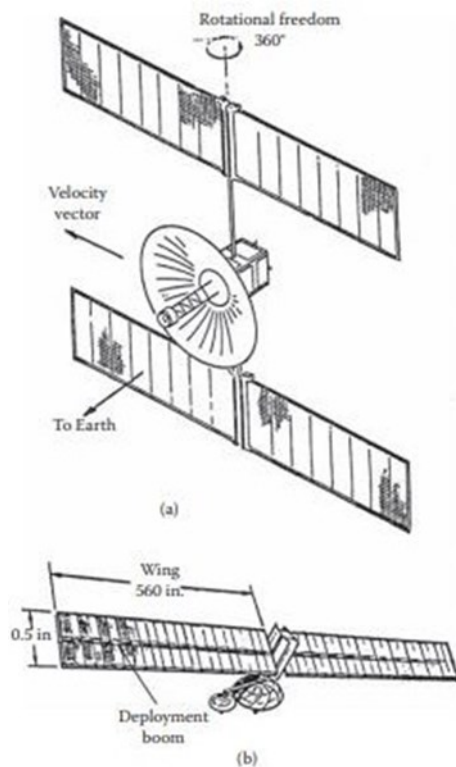
Karena persyaratan daya satelit meningkatkan tren akan mengarah ke array diperpanjang pada tiga sumbu pesawat ruang angkasa stabil, seperti diilustrasikan pada Gambar 6.5. Dalam array satelit masa depan, sel surya menggunakan film tipis GaAs atau kadmium sulfida akan dikerahkan, karena mereka akan menghasilkan efisiensi konversi yang tinggi, integritas struktural, dan meningkatkan resistensi radiasi ruang.

Satelit komunikasi microwave/Ultra High Frequency (UHF), Stasiun Repeater sentral di atas pegunungan, di padang pasir, dan pipa yang terletak di jarak jauh tidak mudah diakses. Penyebaran sistem energi surya akan memungkinkan kebebasan penuh untuk lokasi situs tersebut dan akan menghilangkan kebutuhan untuk transportasi bahan bakar terus menerus dan mekanik untuk situs terpencil

ini, sehingga menghindari perjalanan pemeliharaan mahal dan kehadiran terus-menerus dari personil operasi. Survei pasar terbaru menunjukkan bahwa pembangkit listrik tenaga surya saat ini digunakan untuk peralatan komunikasi listrik, sensor pemantauan lingkungan, dan sistem kontrol di Amerika Serikat, Kanada, Jepang, Fiji, Italia, Australia, New Guinea, Eropa, dan negara lainnya.

Pembangkit listrik tenaga surya secara luas digunakan untuk melayani lampu pendaratan Bandara, tanduk peringatan kabut, dan lonceng yang terletak di rig minyak tak berawak, pelampung pantai, dan instalasi laut lainnya di daerah seperti Boston Harbor, Teluk Meksiko.

Selandia Baru, dan lepas pantai daerah Skotlandia dan Venezuela. Perhatikan keandalan, kekasaran pembangkit listrik tenaga surya, dan perlindungan terhadap lingkungan korosif harus persyaratan desain utama untuk penggunaan sistem pembangkit listrik tenaga surya. Ini sistem pembangkit tenaga surya akan memerlukan tidak atau sangat sedikit pemeliharaan, sehingga menghasilkan penghematan luar biasa atas baterai tradisional sistem bertenaga.



Gambar 6.5. Desain konfigurasi untuk satelit siaran TV yang terdiri dari (a) 12-kW array surya dan (b) array 5 kW surya.

Jaringan komunikasi rel kereta api, yang menyediakan hak-of-jalan kemampuan untuk kereta api, adalah aplikasi penting lainnya. Generator Solar sangat penting untuk mengurangi bahaya pada penyeberangan kereta yang tidak terlindung dengan menyediakan energi listrik yang handal dan berkesinambungan untuk semua lampu, lonceng peringatan, dan gerbang yang diperlukan untuk melindungi penyeberangan ini sepanjang waktu. Berdasarkan survei 2006, ada sekitar 185.000 tidak dilindungi penyeberangan kereta api di Amerika Serikat saja. Sirkuit Track, sinyal semaphore, dan perangkat keselamatan rel kereta api yang menunjukkan keberadaan kereta pada bagian tertentu dari

jalur dapat didukung oleh pembangkit listrik tenaga surya, yang dapat menggantikan sistem baterai dan sumber daya konvensional. Keandalan dan ekonomi pembangkit listrik tenaga surya memberikan manfaat utama atas sumber daya tradisional seperti generator diesel dan generator thermoelectric. Perusahaan kereta api di Amerika Serikat, Kanada, Meksiko, dan negara industri lainnya tergantung pada pembangkit energi matahari untuk daya sistem operasional kritis.

Saat ini sistem energi surya menyediakan program TV pendidikan untuk anak-anak sekolah di desa di Afrika dan negara-negara dunia ketiga lainnya. Sinyal TV tersedia baik dari sistem penyiaran perkotaan dan Repeater satelit. Sistem daya konvensional menerima jarak jauh seperti baterai dan generator mesin diesel terlalu mahal, tidak efektif biaya, dan memerlukan perawatan intermiten untuk memastikan pasokan listrik terus menerus. Sangat menarik untuk menyebutkan bahwa stasiun TV pendidikan beroperasi sepenuhnya di Niger,

Pantai Gading, dan banyak negara Afrika lainnya. Konfigurasi sistem energi matahari untuk TV berbasis satelit array siaran dengan kapasitas pembangkit listrik 5- dan 12-kW ditunjukkan pada Gambar 6.5.

Optimalisasi sistem listrik tenaga surya dapat dicapai untuk aplikasi tertentu dengan memperhitungkan persyaratan muatan listrik maksimumnya, lokasi geografis, ruang yang tersedia untuk pemasangan panel surya, sinar matahari rata tersedia tanpa bayangan, dan kondisi lingkungan di sekitar instalasi sistem listrik tenaga surya seperti cuaca, polusi, faktor bentang alam, dan reflektivitas permukaan. Sebuah program komputer yang dirancang

khusus tersedia untuk mengatur, mengintegrasikan, dan menafsirkan parameter desain sistem surya kritis. Program komputer ini dapat memberikan yang paling handal dan hemat biaya konfigurasi sistem listrik surya yang melibatkan kombinasi paling mahal dari modul surya menggabungkan sel surya yang paling efisien, Inverter, dan baterai penyimpanan darurat untuk memastikan terus menerus, sepanjang tahun operasi untuk kebutuhan daya listrik tertentu dan instalasi hardware.

Menggunakan program komputer, sistem listrik surya proyek insinyur mampu memilih ukuran array surya terkecil untuk beban terus menerus dan kemudian menghitung output daya listrik untuk setiap hari dalam setahun berdasarkan ketersediaan sinar matahari rata per tahun, dikenal sebagai insolation. Output daya kemudian dapat dibandingkan dengan permintaan beban per hari dan perbedaannya dikalikan dengan jumlah hari ketika output array surya di bawah persyaratan beban desain. Dari data ini, seseorang dapat menentukan jumlah hari penyimpanan yang diperlukan untuk memastikan operasi terus-menerus beban listrik. Setelah perhitungan jumlah hari penyimpanan untuk ukuran array tertentu, komputer memilih ukuran array yang lebih erat lainnya dan mengulangi rutinitas komputer ini, sampai menentukan konfigurasi sistem listrik surya yang paling ekonomis. Program komputer menentukan tingkat pelepasan baterai normal, tingkat pelepasan baterai maksimum yang mungkin, efisiensi pengisian daya, dan baterai Self-discharge tahunan. Selain itu, parameter operasional seperti pajak, biaya investasi, dan masa pakai baterai yang diproyeksikan dapat diperhitungkan dalam setiap kali dijamin.

Komputer juga menentukan sudut kemiringan untuk modul surya yang menghasilkan efisiensi koleksi tertinggi dan output listrik yang paling seragam sepanjang tahun. Sudut kemiringan dihitung untuk menghaluskan insolation versus waktu-of-The tahun kurva dan untuk mencapai kontribusi maksimum untuk penentuan biaya paling sedikit dari ukuran array dan kebutuhan daya baterai darurat output.

Beberapa contoh praktis sumber tenaga surya meliputi berikut ini. Sebuah lampu berkedip di Boston Harbor, Massachusetts, memiliki kebutuhan beban listrik harian dari 10 Ampere-jam pada 12 V. perhitungan awal menunjukkan bahwa sebuah array dari 28 modul surya dengan 3 100 Ampere-jam rating dari 12-V baterai akan cukup untuk memberikan daya listrik terus menerus di lokasi ini. Perhitungan lebih lanjut menunjukkan bahwa beban yang sama di pelabuhan Marseilles, Perancis, akan memerlukan 28 modul surya dengan dua baterai, Tampa Harbor, Florida, akan memerlukan 21 modul surya dengan satu baterai, dan Fairbanks Harbor, Alaska akan membutuhkan 35 modul surya dengan enam baterai masing-masing dinilai pada 12 V. Hal ini cukup jelas dari tiga contoh bahwa persyaratan modul surya bervariasi dari satu wilayah geografis yang lain berdasarkan kondisi iklim dan ketersediaan sinar matahari terus menerus.

Sangat penting untuk menunjukkan bahwa optimalisasi sumber tenaga surya sangat tergantung pada umur panjang modular, efisiensi sel, biaya bahan, kerumitan fabrikasi untuk menggabungkan sel surya ke dalam modul, dan instalasi. Tidak diragukan lagi bahwa teknologi sel surya diuntungkan secara signifikan dari standar tinggi teknologi silikon yang dikembangkan awalnya untuk transistor oleh

ilmuwan Bell Lab di 1954. Teknologi silikon mendominasi pasar selama lebih dari tiga dekade. Namun, kegiatan penelitian dan pengembangan pada bahan semikonduktor senyawa kelompok III-V antara 1980 dan 2000 telah mengidentifikasi sumber bahan alternatif untuk sel surya. Bahan semikonduktor majemuk termasuk galium arsenide (GaAs), indium-phosphide (INP), tembaga indium di-selenide (CIS), tembaga indiumgallium di- selenide (CIGS), dan Telluride cadmium (CdTe). Sifat penting dari bahan sel surya akan dibahas secara lebih rinci di tempat lain. Bahan dengan kemampuan penyerapan tinggi paling cocok untuk sel surya dan sifat kritis dari bahan tersebut akan diidentifikasi kemudian.

6.4. Bahan fabrikasi untuk solar sel dan panel

Studi singkat yang dilakukan menunjukkan bahwa pada tahun 2006 pangsa pasar sel surya termasuk 55 persen dari polycrystal, 30 persen dari silikon kristal tunggal, 6 persen dari silikon amorf (juga dikenal sebagai a-si), 5,8 persen dari a-si di Czochralski (cz) kristal tunggal, dan 3,5 persen dari pita-silikon. Telluride kadmium digunakan pertama untuk mengfabrikasi sel surya di 1960, tetapi penggunaannya dihentikan karena kemampuan penyerapan yang sangat rendah. Studi lebih lanjut menunjukkan bahwa kemampuan penyerapan cahaya tinggi adalah persyaratan penting untuk bahan sel surya. Kemampuan penyerapan tinggi dimungkinkan dengan film tipis kelompok III-V bahan semikonduktor majemuk, seperti GaAs, InP, CIS, CIGS, dan CdTe.

Penggunaan bahan CdTe untuk fabrikasi sel surya tidak dapat dibenarkan karena kemampuan penyerapan yang buruk. Sel surya dibuat dengan film tipis CIS dan CIGS telah menunjukkan efisiensi konversi lebih baik dari 20 persen di

bawah kondisi laboratorium, yang akan dikurangi menjadi 18 persen atau lebih. Sel surya ini saat ini tersedia dalam jumlah kecil, tetapi pada biaya pengadaan yang lebih tinggi karena produksi terbatas. Studi lebih lanjut mengungkapkan bahwa multijunction sel surya dengan V-Groove konfigurasi dan menggunakan film tipis CIS dan CIGS dapat meningkatkan efisiensi konversi lebih baik dari 30 persen dalam waktu dekat. Kegiatan penelitian dan pengembangan yang agresif pada sel surya terkonsentrasi atau sel PV dapat memperpanjang efisiensi mendekati 40 persen di bawah lingkungan yang dikendalikan laboratorium.

Berdasarkan proyeksi efisiensi ini, sel surya multijunction yang dipasang di atap akan dapat menghasilkan listrik dalam puluhan rentang kilowatt dengan sistem catu daya yang terhubung dengan grid dengan biaya yang dapat diterima. Kegiatan penelitian dan pengembangan telah dikejar secara agresif oleh dosen Universitas Stanford dan ilmuwan industri lainnya tentang sel surya yang dibuat dari bahan- material organik yang ringan, fleksibel, dan tipis. Namun, data yang dapat diandalkan pada hasil manufaktur dan efisiensi tidak tersedia pada saat ini.

Ada tiga jenis dasar sel surya yang secara luas digunakan dalam sistem pembangkit surya. Mereka termasuk sel silikon kristalin dengan efisiensi konversi berkisar dari 15 sampai 22 persen, sel Suria GaAs multijunction dengan efisiensi berkisar antara 26 sampai 29 persen, dan berbagai jenis sel surya tipis dengan efisiensi konversi dalam kisaran 32 hingga 38 persen, kurang lebih. Catatan multi-berbasis GaAs sel surya yang dibuat menggunakan logam teknik pengendapan uap kimia organik pada wafer monokristal dengan efisiensi konversi teoritis maksimum mendekati 40 persen sekitar. Penting untuk

menyebutkan bahwa ini multijunction sel yang sangat mahal untuk memproduksi dan, oleh karena itu, terbatas pada aplikasi di mana biaya tidak masalah atau di mana daerah kecil yang terlibat, seperti satelit atau konsentrator solar.

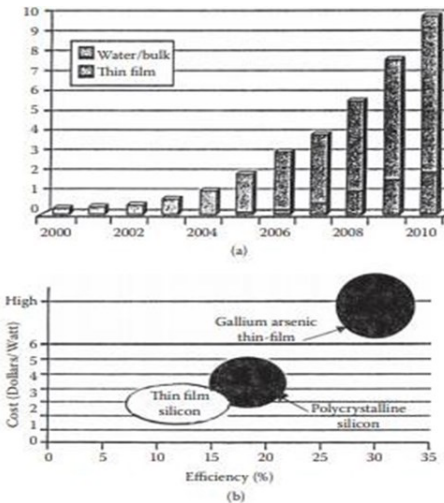
Sel surya kristal adalah yang paling banyak digunakan dalam banyak aplikasi dan terbuat dari baik mono-atau silikon wafer multicrystalline dengan efisiensi teoritis mulai dari 13 sampai 22 persen di bawah lingkungan laboratorium. Solar sel menggunakan film tipis silikon memiliki efisiensi konversi di kisaran 8 untuk 17 persen dan memiliki biaya produksi yang lebih rendah. Proyeksi pertumbuhan untuk kapasitas fotovoltaik untuk film tipis dan Wafer silikon juga ditunjukkan pada Gambar 6.6. Biaya versus efisiensi sel adalah gambar yang terus berubah sebagai ilmuwan penelitian dan inovator berusaha untuk meningkatkan efisiensi dan untuk menurunkan biaya produksi teknologi sel surya.

Bahan silikon dalam bentuk apapun paling cocok untuk fabrikasi sel surya atau PV karena biaya minimum. Kristal sel surya account untuk lebih dari 94 persen dari pasar fotovoltaik di seluruh dunia.

Sel surya dapat dibuat dari baik mono- atau wafer silikon multicrystalline, yang telah menunjukkan efisiensi konversi dalam rentang 14 untuk 22 persen. Pada 2006, sel surya melampaui industri semikonduktor dalam penggunaannya Wafer silikon, yang memperhitungkan beberapa 55 persen konsumsi di seluruh dunia, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.6, sementara hanya 45 persen dari silikon digunakan untuk fabrikasi mikroelektronika dan perangkat solid-state.

Permintaan yang signifikan untuk Wafer silikon untuk aplikasi lain telah menciptakan kekurangan dalam

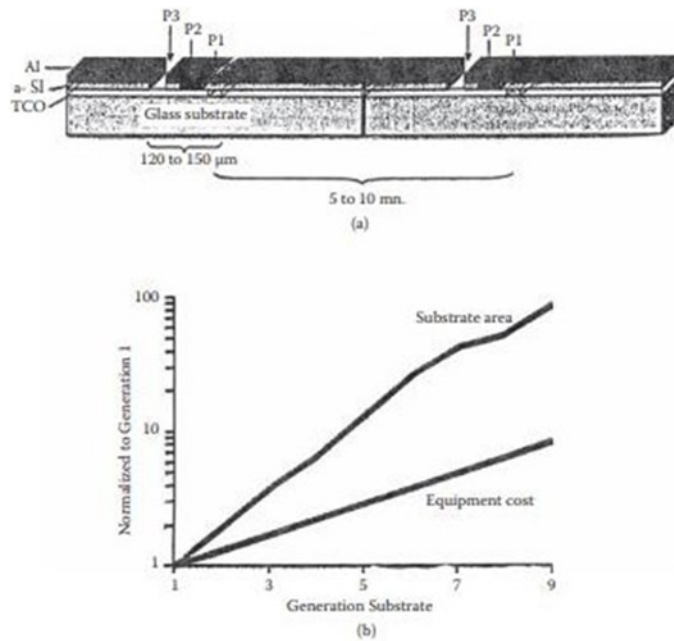
pasokan dan telah mendorong harga untuk silikon sel surya lebih tinggi. Kenaikan ini sel surya silikon telah memotivasi industri PV untuk melihat serius untuk sumber alternatif, seperti GaAs film tipis teknologi dan film tipis organik, yang menggunakan sangat sedikit atau tidak ada silikon.



Gambar 6.6. Teknologi sel surya menunjukkan (a) kapasitas instalasi untuk berbagai bahan dan (b) biaya sel dan efisiensi untuk berbagai bahan sel. (Data dari referensi 1.)

Thin-film solar sel umumnya terdiri dari beberapa lapisan bahan yang berbeda dilapisi dengan biaya rendah kaca atau logam substrat. Sebuah struktur sel surya khas diilustrasikan dalam Gambar 6.7. Bahan penyerap yang paling umum digunakan termasuk silikon amorf (a-si), telluride kadmium (CdTe), dan tembaga indium galium diselenide (CIGS). Oksida konduktif transparan seperti Seng oksida atau indium timah oksida dan logam seperti aluminium atau molibdenum digunakan untuk membentuk elektrode luar sel surya. Laser Solid-State seperti laser dioda-dipompa yang beroperasi pada panjang gelombang 1064 Nm

digunakan untuk menulis interkoneksi dan pola isolasi pada berbagai tahap selama pembuatan panel surya. Rincian spesifik pada sel surya a- si khas dapat dilihat melalui skematik penampang sel .



Gambar.6.7. Sebuah film tipis panel surya/solar cell. (a)penampang dari sel tipis silikon amorf panel surya yang melibatkan P1, P2, dan P3 laser Scribe pola. (b) biaya peralatan manufaktur sebagai fungsi dari biaya substrat dan ukuran panel surya

Film tipis berbasis silikon amorphous dapat dipasang pada jajaran Solar dengan biaya dan kompleksitas minimum. Langkah pertama dalam menciptakan sel tipis panel surya memerlukan pelapisan elektroda depan ke substrat kaca, seperti yang ditunjukkan pada. Lapisan oksida indium (InSb) oxide biasanya lebih disukai, yang merupakan bahan konduktif transparan. Kemudian pola elektroda P1 ditulis menggunakan Q- Switched Solid-State Neodymium-doped

vanadate yang beroperasi pada panjang gelombang fundamental 1064 Nm dan menggunakan daya rata antara 12 dan 15 W. Hal ini diperlukan untuk memindai sinar laser cepat dan mengoperasikan laser pada tingkat repletion tinggi di 100 kHz atau lebih.

Lebar pulsa laser 15 sampai 30 ns diperlukan untuk memastikan bahwa daya puncak laser berada di atas ambang ablasi material. Kualitas sinar laser dan stabilitas denyut nadi diperlukan untuk juru tulis yang bersih dan proses yang andal dan dapat diulang. Ilmuwan penelitian sedang menyelidiki panjang gelombang lain dan tingkat pengulangan yang lebih tinggi untuk memenuhi persyaratan yang lebih cepat.

Setelah indium pola timah oksida, panel surya atau array kembali ke mesin pengendapan uap kimia, di mana ia dilapisi dengan lapisan tipis semikonduktor silikon amorf. Hal ini kemudian menggunakan laser 532-nm Neodymium-doped vanadate dari belakang melalui substrat kaca. Sekali lagi tingkat pengulangan yang tinggi dan lebar pulsa pendek 15 untuk 30 nm digunakan untuk memenuhi kebutuhan yang cepat. Dalam hal ini, daya laser rata-rata kurang dari 1 W. Catatan laser daya yang lebih tinggi dengan daya rata-rata dari 4 untuk 6 W dapat digunakan untuk melakukan secara bersamaan, yang akan mengurangi biaya manufaktur secara signifikan untuk array surya atau panel surya dengan daerah permukaan yang besar. Dengan kata lain, menggunakan pendekatan ini, biaya manufaktur per satuan luas secara signifikan dikurangi sebagai ukuran panel meningkat.

Keuntungan utama dari film tipis teknologi sel surya lebih kristal silikon teknologi sel surya adalah bahwa hal itu scalable dan cocok untuk otomatis pengolahan, yang sangat penting untuk pengurangan biaya yang signifikan dari panel

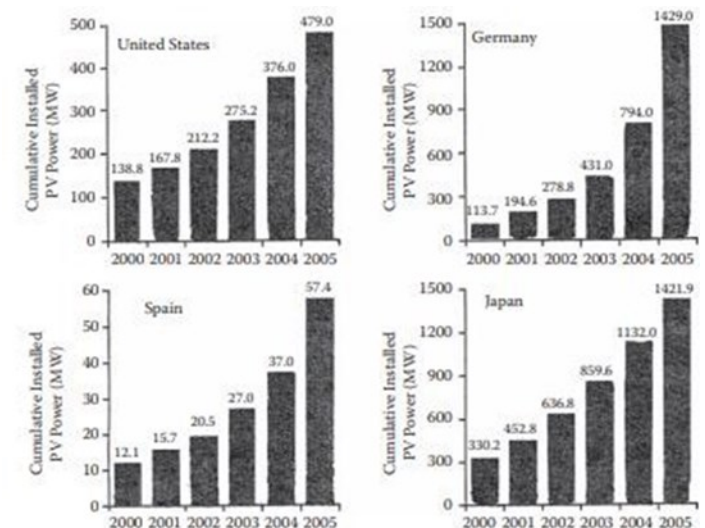
surya besar. Besar panel surya yang paling cocok untuk bangunan komersial. Pengolahan perusahaan yang memproduksi in-line coating mesin untuk menampilkan panel datar telah mengenali kesempatan ini dan telah menyiapkan lini produksi untuk mengantisipasi pesanan besar. Operasi pabrik persis sama seperti di pasar layar dan scaling di daerah substrat dapat dicapai dengan biaya peralatan minimum. Namun, kemudian skala manufaktur dilakukan pada tingkat yang berbeda karena ukuran besar panel surya.

Penting untuk menyebutkan bahwa sistem laser sangat penting dalam sistem produksi in-line. Laser memainkan peran penting dalam membawa ke realitas teknologi yang telah menunjukkan janji besar dalam pengembangan skala massa panel surya atau array dengan biaya minimum dan kompleksitas. Solid-State laser yang beroperasi pada 1064 Nm dan menggunakan pulsa pendek pada tingkat pengulangan yang tinggi tidak hanya memotong biaya produksi array surya, tetapi juga mencerahkan masa depan industri surya.

Inovator industri surya telah meramalkan masa depan yang cerah untuk pasar thin-film photovoltaic (TFPV). Para ilmuwan memprediksi pasar akan mencapai \$7.200.000.000 pada tahun 2015 (Sandra Upson,2007), dibandingkan dengan hanya lebih dari \$1.000.000.000 hari ini, menurut laporan pasar baru dari NanoMarkets LC,

Sebuah perusahaan industri surya di Glen Allen, Virginia. Perkiraan pasar TFPV yang kuat didorong oleh keuntungan yang melekat pada teknologi TFPV, seperti biaya produksi yang rendah, bobot ringan, dan kemampuan untuk memproduksi film ini pada substrat fleksibel dengan biaya rendah, yang akan menyebabkan kemampuan tenaga surya

mengintegrasikan ke dalam dinding, atap, dan jendela dengan area permukaan yang besar. Sangat penting untuk menunjukkan bahwa sel TFPV memiliki kemampuan untuk beroperasi di bawah kondisi cahaya rendah dengan efisiensi konversi yang cukup baik, sedangkan sel surya menggunakan Wafer silikon yang tidak dapat beroperasi dalam kondisi seperti itu. Laporan teknis yang dihasilkan oleh Nano Markets (Sandra Upson,2007), mengungkapkan bahwa sebagian besar pemasok panel surya meningkatkan kapasitas produksi untuk mendukung meningkatnya permintaan untuk sel TFPV menggunakan Nanoteknologi.



Gambar 6.8. Kapasitas kumulatif Solar terpasang (MW) untuk berbagai negara.

Perusahaan seperti First Solar, Fuji Electric, Nano-Solar, Uni-Solar, Terra-Solar, dan Sanyo adalah bangunan dengan kapasitas lebih dari 100 MW untuk memenuhi kebutuhan daya listrik. Dipasang kapasitas tenaga surya

(MW) sebagai 2005 untuk Amerika Serikat, Jepang, Jerman, dan Spanyol ditunjukkan pada Gambar 6.8.

Pasar TFPV terlihat sangat menjanjikan, karena harga energi di seluruh dunia meningkat sangat pesat, harga sel fotovoltaik jatuh pada tingkat yang cepat dan polusi mengancam kehidupan manusia di seluruh dunia. Di bawah kondisi ini, pasar PV akan menjadi pasar energi besar dan pada akhirnya dapat memperhitungkan lebih dari 20 persen dari kebutuhan energi pasar AS. Pertumbuhan pasar TFPV di seluruh dunia dari 2007 ke 2015 dapat diperkirakan tumbuh sebesar 20 persen atau lebih dari peringkat tenaga surya terpasang yang ditunjukkan pada Gambar 6.8.

Karena biaya sel TFPV kurang dari PV atau solar sel konvensional, TFPV berbasis teknologi sel akan paling mungkin untuk lepas landas pada jalur perakitan. Hanya lima tahun yang lalu, permintaan TFPV hanya 5 persen dari seluruh pasar PV. Namun, sekarang tampaknya bahwa permintaan TFPV diharapkan untuk memperhitungkan 35 persen dari pasar fotovoltaik oleh 2015. Biaya manufaktur untuk sel PV konvensional jauh lebih tinggi daripada sel TFPV karena mesin cetak sederhana dan proses material. Diharapkan bahwa pencetakan TFPV memiliki potensi untuk menurunkan biaya modal setidaknya sebesar 75 persen, mengurangi limbah, meningkatkan kontrol kualitas, dan meningkatkan throughput.

Fakta bahwa TFPV sangat fleksibel dan jauh lebih ringan daripada sel surya konvensional membuatnya lebih mudah diterapkan pada permukaan melengkung dan nonplanar, sehingga membuat instalasi panel surya pada atap dan dinding dengan biaya dan kompleksitas minimum. Dimana banyak panel berbasis TFPV perlu diinstal, atap tidak akan memerlukan penguatan, sehingga menyadari

penurunan yang signifikan dalam biaya instalasi dan meningkatkan integritas struktural atap. Selain itu, TFPV berbasis Panel sama-sama cocok untuk instalasi permukaan jendela, yang membuat teknologi TFPV biaya lebih efektif serta praktis untuk bangunan komersial terlepas dari ukuran.

Kegiatan penelitian dan pengembangan terbaru pada bahan menunjukkan bahwa teknologi berbasis PV menggunakan bahan organik menawarkan harapan untuk masa depan sel surya, karena mereka lebih ramah ekologis dari teknologi PV konvensional. Saat ini, efisiensi sel PV tidak mengesankan, namun meningkat lebih cepat. Arsitektur baru sel PV organik menjanjikan kinerja listrik bisa mendekati atau bahkan mungkin melebihi mereka dari mitra anorganik mereka dalam 5 sampai 10 tahun. Survei pasar terbaru memprediksi bahwa dengan 2015 pengiriman sel PV organik bisa mencapai lebih besar dari 500 MW. Permintaan yang signifikan untuk bahan enkapsulasi, konduktor transparan dan tinta silikon dapat diharapkan, ketika permintaan untuk sel TFPV organik dan sel TFPV organik/hibrida mengambil dalam waktu dekat.

Pengguna sel TFPV termasuk perusahaan utilitas besar, bangunan komersial dan industri, satelit, instalasi militer jarak jauh, dan sistem tenaga darurat untuk menyediakan listrik di bawah kondisi lingkungan yang keras. Beberapa perusahaan di Amerika Serikat, Eropa, dan Jepang bersiap-siap untuk memenuhi kebutuhan tenaga surya dengan menggunakan TFPV dasar dan teknologi hibrida. Perusahaan tersebut termasuk Antec Solar, Dow Corning, global Photonic Energy, Shell Solar, Terra Solar, Uni-Solar, Wurtz Solar, Mitsubishi, International Solar Electric Technologies, pertama Solar, Solar Cells, dan sejumlah

perusahaan lain yang terlibat dalam pembuatan sel surya dan solar panel.

6.5. Teknologi solar terkonsentrasi

Teknik terkonsentrasi alternatif sedang dieksploitasi untuk memberikan energi matahari pada biaya minimum dan kompleksitas dengan meningkatkan efisiensi konversi melebihi 30 persen atau lebih. Teknologi terkonsentrasi diperlukan, karena efisiensi konversi teoritis untuk satu junction sel surya silikon dibatasi hingga 16 persen, untuk 28 persen normal sel surya arsenide galium, 26 persen untuk dibalikkan sel surya arsenide, untuk 19 persen untuk tembaga indium selenida (CIS), 16 persen untuk film tipis kadmium Telluride (CdTe) sel surya, 26 persen untuk V-Groove silikon multijunction sel surya, dan 45 persen untuk sel surya berbasis nanoteknologi.

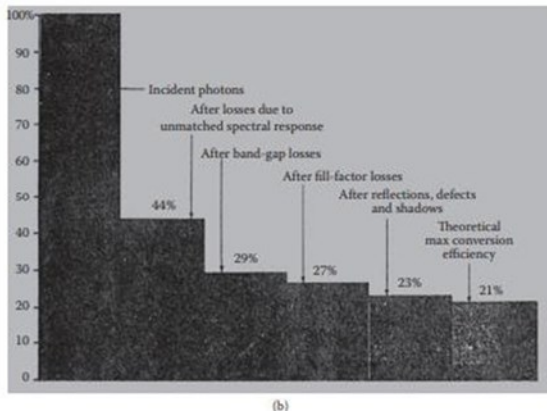
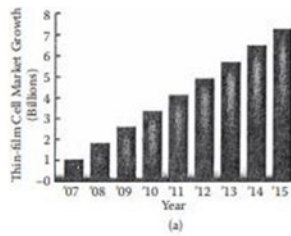
Ketika efisiensi koleksi internal, faktor pengisian, kehilangan optik, kehilangan kontak, rekombinasi kerugian, dan kehilangan refleksi diperhitungkan seperti yang diilustrasikan pada Gambar 1.9, efisiensi teoritis ini akan dikurangi dengan minimal 3 sampai 5 persen tergantung pada faktor konsentrasi matahari, suhu junction sel, dan kondisi iklim. Tapi efisiensi sel surya bersih mungkin tidak cukup untuk menghasilkan daya listrik untuk memenuhi persyaratan beban listrik tertentu.

Catatan sumber energi surya mungkin tidak dapat memberikan daya listrik pada puncak permintaan kali pada malam hari. Teknologi surya concentrated photovoltaic (CPV) menyediakan potensi biaya dan operasi bebas racun (Gary Conley, 2007). Singkatnya, faktor konsentrasi matahari tinggi, baik efisiensi sel surya dan output daya meningkat.

Umur panjang sel di bawah konsentrasi tinggi adalah masalah perhatian serius. Luas data tes laboratorium pada umur panjang sel harus dikumpulkan sebagai fungsi faktor konsentrasi matahari. Umur panjang sel adalah masalah yang paling penting bagi seluruh industri surya dan menawarkan kedua potensi yang paling risiko dan bencana dalam menangkap kekuatan matahari untuk pembangkit listrik tanpa emisi karbon dan polutan berbahaya lainnya.

Teknologi CPV mewujudkan banyak disiplin ilmu yang berbeda seperti fisika optik, ilmu material, teknik, dan manufaktur. Di bagian depan optik, sebuah perusahaan SolFocus di Sunnyvale, California, telah membuat kemajuan yang signifikan dalam pengambilan teoritis non Imaging dan batas desain optik lainnya untuk negara manufaktur yang ekonomis.

Hal ini membutuhkan investasi yang signifikan dalam bisnis kaca yang akan membayar dividen sebagai salah satu menyadari manfaat kinerja biaya yang luar biasa dari pendekatan ini. Kualitas optik dan presisi sambil mempertahankan biaya minimum di bawah volume tinggi telah cukup menantang.



Gambar. 6.9. Gambar dari berbagai kerugian pada efisiensi sel

Ilmu material untuk lapisan antireflektif spektrum luas dan kisi Difraksi sangat penting. Sel surya multijunction mengeksplorasi seluruh spektrum matahari tetapi lapisan antireflektif untuk rentang ini hanya datang ke hasil. Manajemen termal adalah area lain yang memerlukan perbaikan. Kita dapat mengambil keuntungan dari proses fabrikasi semikonduktor mutakhir untuk mengoptimalkan kinerja sel surya dan keandalan dengan biaya minimum. Satu harus menarik inovasi teknis dari industri dirgantara, otomotif, elektronik, dan semikonduktor untuk meningkatkan teknologi CPV yang paling cocok untuk sumber energi surya.

SolFocus mendirikan beberapa lokasi instalasi di 2007 untuk menunjukkan kelayakan konsep teknologi CPV.

Meskipun situs ini menghasilkan listrik untuk grid utilitas, tujuan utama instalasi situs adalah untuk memberikan data kinerja dan informasi uji keandalan pada sel CPV. Situs ini akan mendapatkan keuntungan dalam menentukan untuk mendorong biaya dari keseimbangan item sistem termasuk instalasi, yang merupakan bagian besar dari total pembangkit listrik tenaga surya menggunakan teknologi CPV. Satu pabrik surya yang terletak di Sunnyvale tidak hanya membantu dengan tahap produksi awal, tetapi juga menyempurnakan CPV perakitan dan prosedur tes.

SolFocus saat ini berfokus pada instalasi sistem CPV di negeri asing. Perusahaan ini bergerak tooling ke India untuk produksi sistem Solar CPV. Selain itu, SolFocus memasang pembangkit listrik CPV 200 kW di Spanyol pada bulan September 2007 dan pabrik 300-kW di sana pada awal 2008 (Gary Conley, 2007). SolFocus baru-baru ini mengakuisisi perusahaan Sun-Tracker berbasis Spanyol untuk memproduksi pelacak skala massa dengan biaya minimum, yang akan lebih mempercepat instalasi pembangkit listrik tenaga surya berbasis CPV di seluruh dunia dengan harga terjangkau.

Kolaborasi dengan perusahaan asing akan membawa keberhasilan kewirausahaan di area teknologi CPV. Moser Baer fotovoltaik (MBPV) adalah mitra yang unik, karena MBPV adalah investor yang handal, mitra manufaktur yang berpengalaman, dan eksklusif distributor untuk SAARC (South Asia Association of Regional Corporation) wilayah yang terdiri dari delapan negara yang berpusat di seluruh India. MBPV dicukur biaya signifikan dalam mengendalikan ketebalan perak berbantur pada disk untuk dalam satu mikron. Selain itu, MBPV memiliki pengetahuan yang

diperlukan untuk memenuhi keandalan dan standar kualitas yang menuntut dengan biaya tenaga kerja minimum.

Selain itu, SolFocus telah berkolaborasi dengan lembaga penelitian nasional dan internasional seperti University of California di Merced, laboratorium energi pembaharuan nasional, Palo Alto Research Center, United Technologies Research Center, Ben Gurion University, dan Madrid Polytechnic University. Perusahaan bermaksud untuk memasukkan perjanjian lebih lanjut dengan mitra riset nasional dan internasional lainnya dan perusahaan energi besar yang secara aktif terlibat dalam teknologi CPV. Tujuan utama SolFocus adalah untuk terus mengejar misi memberikan listrik tenaga surya dengan biaya-paritas atau kurang dari energi yang dihasilkan dari bahan bakar fosil, yang merupakan penyumbang terbesar emisi karbon.

Teknik CPV yang dibahas sebelumnya melibatkan elemen konsentrat individu untuk setiap sel surya yang terpasang pada panel, yang akan menghasilkan biaya fabrikasi dan Pemasangan panel yang lebih tinggi. Teknik Konsentrator optik melibatkan konfigurasi desain panel surya yang unik yang memperbesar sinar matahari dan desain panel telah dioptimalkan oleh Pusat Nasional Israel untuk energi matahari. Para ilmuwan penelitian Israel mengklaim bahwa skema pembangunan tenaga surya baru akan secara signifikan mengurangi biaya tinggi pembangkit listrik tenaga surya menggunakan panel surya. Setiap panel surya memiliki reflektor sederhana, rendah biaya yang terdiri dari beberapa cermin optik untuk mengintensifkan sinar matahari seribu kali. Cahaya yang diintensifkan begitu kuat sehingga dapat membakar seseorang. Teknik Konsentrator baru ini menghilangkan kebutuhan untuk lebih area sel surya. Sebuah

Penerima sinar matahari berdiameter 10-cm dapat mengintensifkan cahaya dan menghasilkan energi listrik yang setara dengan tingkat energi yang dihasilkan dalam receiver konvensional dengan diameter 10 m. Para ilmuwan memprediksi bahwa produksi skala massal panel tersebut akan mengurangi sumber tenaga surya. Teknik ini tidak hanya akan meringankan ketergantungan pada bahan bakar fosil, tetapi juga akan membantu dalam penurunan yang signifikan dalam emisi karbon.

Konsentrator canggih yang tersedia untuk berkonsentrasi energi matahari 50 untuk 100 kali, tetapi mereka paling cocok untuk pelanggan komersial. Namun, Konsentrator tersebut terlalu mahal dan karenanya, tidak dianjurkan untuk pelanggan domestik. Sebuah pelacakan dua sumbu Solar array dengan 1 kW rating daya dan menggunakan lensa Fresnel kompak telah terkonsentrasi energi matahari 60 kali. Lensa ini memiliki efisiensi optik yang lebih baik dari 85 persen dan alur mereka berbalik ke dalam untuk mencegah kotoran terakumulasi pada array. Ukuran dan efisiensi dari lensa Fresnel tergantung pada peringkat daya output panel surya.

Konsentrator dianggap sebagai "panas" strategi pengurangan harga oleh ahli energi surya dan sedang dikembangkan dalam jumlah besar untuk aplikasi listrik tenaga surya komersial. Catatan Konsentrator surya dapat mengumpulkan dan fokus lebih dari energi matahari jatuh pada sel surya menggunakan parabola kompak, lensa Fresnel, dan lensa optik dengan konfigurasi eksotis lainnya. Tes yang dilakukan pada Konsentrator ini dapat meningkatkan efisiensi setara sel surya silikon standar hampir sebesar 15 persen dan sel surya arsenide galium oleh 20 persen. Konsentrator biaya rendah yang paling efektif di

daerah di mana sinar matahari yang paling intens tetapi setidaknya menyebar. Baik pelacakan dan non-pelacakan menunjukkan perbaikan sel surya. Namun, pelacakan Konsentrator menunjukkan kinerja matahari yang lebih tinggi di atas non-pelacakan yang, tetapi lebih mahal dan kompleks.

Nontracking Solar Konsentrator yang relatif murah, tetapi mereka secara efektif mengalikan luas permukaan sel surya sebanyak 20 kali atau 20 matahari. Konsentrator nontracking umumnya menggunakan elemen berbentuk parabola untuk mengumpulkan foton tambahan dan membentuk mereka ke dalam sebuah balok optik yang mirip dengan senter. Sebuah array dari konsentrator dan jumlah yang sama sel surya dipasang pada rak ringan. Rak ini memiringkan array untuk sudut terbaik untuk garis lintang situs tertentu dan perakitan rak dapat disesuaikan secara manual sesuai musim.

Kesejajaran optik yang melibatkan matahari, lensa, dan sel surya menjadi penting di luar rasio konsentrasi 20 matahari atau lebih dan untuk sebuah array Fixed-frame karena rotasi bumi. Dalam keadaan ini pelacakan optimal matahari terbatas. Rasio Konsentrator sedikit lebih tinggi lebih baik dari 20 yang mungkin dengan sistem konsentrator nontracking yang terdiri dari strip kepadatan tinggi dari sel surya dan reflektor parabola, yang dapat menghasilkan 100 puncak watt.

Rasio konsentrasi lebih tinggi dari 60 kali hanya dimungkinkan dengan dua sumbu, satu bagian Konsentrator pelacakan menggunakan lensa Fresnel, yang dapat menghasilkan 1000 W kekuatan puncak (Editor,1977). Sebuah dua-sumbu, tiga bagian Konsentrator pelacakan dapat menghasilkan kekuatan puncak 300 W menggunakan

bertenaga surya mikroprosesor dan Stepping Motors untuk mengikuti matahari. Jenis ini

Konsentrator pelacakan dapat biaya 15 sen per puncak watt dalam jumlah volume. Catatan kecepatan pelacakan harus cukup lambat untuk Stepping Motors untuk memindahkan bingkai Konsentrator pelacakan kompatibel dengan matahari gerak, sementara perakitan Konsentrator berada di bawah kontrol mikroprosesor. Perhatikan kedua mikroprosesor dan Stepping Motors mengkonsumsi hanya sebagian kecil dari tenaga surya yang dikumpulkan. Konsentrator pelacakan mikroprosesor dikontrol seperti telah menunjukkan rasio konsentrasi yang lebih baik dari 300 matahari. Namun, Konsentrator tersebut membutuhkan pelacakan yang sangat akurat dan memperbarui posisinya 30 kali per menit (Editor,1977).

6.6. Perkiraan biaya untuk modul solar, panel, dan sistem

Untuk memahami perkiraan biaya dan proyeksi untuk modul surya dan panel yang diperlukan untuk pembangunan sistem tenaga surya. Perkiraan biaya untuk instalasi surya akan berbeda dari yang untuk gedung perkantoran komersial atau toko diskon. Penting untuk disebutkan bahwa desain yang efisien dan instalasi berbiaya rendah dari sistem energi surya atau sumber daya fotovoltaik sangat penting sebelum dapat bersaing dengan pembangkit listrik fosil-bahan bakar (Dick Hackmeister,1977). Menurut para ilmuwan surya, jika matahari menyediakan radiasi matahari 5 jam per hari dan beroperasi selama 365 hari, grid-terhubung energi surya akan menelan biaya sekitar 12 sen per unit atau per kWh, yang sedikit lebih tinggi dari 9 sen per unit

biasanya dibebankan oleh perusahaan utilitas yang terlibat dalam operasi pembangkit listrik berbahan bakar fosil.

Tarif listrik perusahaan utilitas sedikit lebih rendah untuk pelanggan komersial dibandingkan dengan pelanggan domestik. Biaya modul Solar tergantung pada bahan semikonduktor, metode menghubungkan sel surya secara paralel dan konfigurasi seri, enkapsulasi sel selesai, integrasi sel ke dalam modul, pengujian dari setiap modul sebelum instalasi pada domestik panel, kemampuan output modul daya, dan konfigurasi konsentrator untuk setiap modul.

Sel surya dibuat dengan proses yang sama termasuk proses difusi yang menghasilkan transistor atau sirkuit terpadu. Sel yang palsu pada wafer bulat, yang dibuat oleh tumbuh silindris ingot dari kemurnian tinggi, kristal tunggal silikon. Wafer dapat dibuat dalam berbagai diameter mulai biasanya dari 3 sampai 5. Sebuah Ohmic, saat ini-mengumpulkan grid disimpan di atas wajah wafer, yang menjadi salah satu terminal sel surya output dan terminal lainnya dibentuk oleh deposisi logam di bagian belakang sel. Polaritas tegangan output ditentukan oleh arah p-n junction dan arus yang mengalir ke arah depan.

Sel surya ini disusun secara paralel dan konfigurasi seri menggunakan modul yang tersedia secara komersial dari berbagai sumber. Modul Surya tersedia dengan berbagai peringkat daya puncak mulai dari 50 W, 25 W, dan 10 W. Modul tersebut dapat diinstal pada array panel surya dimensi yang sesuai. Array surya dilindungi oleh hilangnya rendah dan ringan transparan meliputi dengan kerugian minimum. Array surya ini tersedia dengan 1-, 10-, 25-, atau 100-kW kemampuan tenaga surya. Studi yang dilakukan pada berbagai bahan oleh penulis mengungkapkan bahwa efisiensi konversi teoritis maksimum adalah 21 persen untuk sel

silikon dan 28 persen untuk sel surya galium arsenide, tidak termasuk kerugian karena pengotor, logam-topeng bayangan, suhu, dan I2R istilah.

Dalam kasus silikon sel surya, respon spektral yang tak tertandingi mengurangi foton tersedia untuk 44 persen, kerugian band-Gap lebih mengurangi mereka untuk 29 persen, faktor pengisian mengurangi lebih lanjut untuk 27 persen, dan akhirnya efek refleksi dan bayangan membawa ke efisiensi teoritis maksimum 21 persen untuk silikon sel surya. Sel surya yang terbuat dari film tipis silikon dan bahan arsenida galium semakin populer, karena efisiensi konversi yang lebih tinggi dan biaya produksi yang lebih rendah. Ahli energi matahari memprediksi pertumbuhan pasar di seluruh dunia dari sel tersebut diharapkan akan melebihi \$1.800.000.000 di 2008, \$3.500.000.000 di 2010, \$5.100.000.000 di 2012, \$6.500.000.000 di 2014, dan \$8.100.000.000 di 2016.

Efisiensi konversi untuk array surya yang tersedia secara komersial bervariasi antara 12 dan 16 persen. Dengan asumsi efisiensi array terendah sebesar 12 persen, array mengubah cahaya matahari pada laju 120 W/m^2 area array menjadi daya listrik yang dapat digunakan. Dengan asumsi efisiensi array 16 persen, array mengubah kejadian cahaya matahari pada laju 160 W/m^2 menjadi daya listrik yang dapat digunakan. Jadi semakin tinggi efisiensi Solar array yang lebih tinggi akan menjadi tingkat konversi daya dari matahari ke energi listrik. Dengan kata lain, array surya dengan tingkat konversi yang lebih tinggi akan ditemukan biaya yang paling efektif bagi konsumen dalam mengubah energi matahari menjadi energi listrik.

6.7. Degradasi kinerja sel surya dan mekanisme kegagalan dalam modul surya

Lokasi geografis dan kondisi iklim memiliki efek mendalam pada output daya dari sel surya dan modul. Tingkat daya puncak yang dihasilkan hanya selama kondisi ideal di bawah matahari musim panas dan langit cerah. Selain itu, watt puncak hanya terjadi pada siang hari. Selama awan menutupi, kegelapan malam dan sudut akut insiden matahari dalam kondisi musim dingin, kekuatan puncak rata pemotongan jumlah tahunan daya yang dapat digunakan hingga 25 persen dari puncak di daerah Phoenix dan turun ke 16 persen dari puncak di daerah Boston. Suhu mengambil tol pada kinerja array surya. Tegangan desain dari Solar array 15 V akan turun ke 13 V jika temperatur siang hari mencapai 43 °C. Penurunan ini jumlah tegangan untuk pengurangan sekitar 14 persen karena hanya untuk suhu.

Sel surya yang saling berhubungan dan diplot dapat diharapkan untuk menghasilkan efisiensi konversi yang lebih tinggi. Pada kenyataannya, baik NASA atau JPL (The jet propulsi laboratorium) telah mampu menemukan degradasi kinerja terukur atau kegagalan Solar Cell, bahkan setelah beberapa tahun operasi di ruang angkasa. Namun, kembali di bumi, beberapa masalah keandalan memang terjadi, seperti masalah dengan encapsulating dan bahan pot dalam modul sel surya.

Modul Surya harus dirancang untuk tahan cuaca, sehingga mereka dapat menahan suhu siang dan malam Bersepeda. Kehadiran kelembaban pada permukaan sel surya menurunkan kinerja sel secara signifikan karena kerugian oleh penyerapan dan pembiasan. Kelembaban deposisi pada permukaan sel juga mempromosikan pertumbuhan zat organik, yang secara efektif memblokir sinar matahari yang

berharga. Sinar ultraviolet matahari menggelapkan bahan encapsulating, yang mengarah ke pengurangan lebih lanjut dalam kinerja sel.

Permukaan modul yang lengket mengumpulkan kotoran. Untuk menghindari masalah ini, produsen modul harus menutupi wajah modul dengan bahan plastik bening atau kaca marah untuk menjaga permukaan modul bersih setiap saat. Modul permukaan harus sedemikian rupa sehingga harus tetap bersih sebanyak mungkin di bawah kondisi hujan dan bersalju moderat. Interkoneksi sel dalam modul surya dapat menjadi sumber mekanisme kegagalan. Untuk menghindari masalah ini, pengurangan interkoneksi harus dilakukan dengan biaya dan kompleksitas minimum.

Solar array menawarkan energi matahari sementara matahari bersinar, tetapi tidak pada malam hari. Oleh karena itu, tepat listrik dan fasilitas penyimpanan yang diperlukan untuk setiap komersial listrik surya sistem energi hanya untuk mempertahankan operasi terus menerus pada malam hari. Jenis baterai penyimpanan harus digunakan sebagai buffer daya. Selain itu, pemilik sistem tenaga surya komersial harus menjaga jumlah yang wajar dari suku cadang untuk sistem mereka sendiri seperti modul sel surya, shunt regulator, menghalangi dioda untuk mencegah korslet keluar baterai di malam hari, kritis mounting hardware, dan kabel listrik untuk menghindari darurat menutup dari sistem pembangkit surya.

Beberapa perusahaan yang terlibat dalam desain, pengembangan, dan manufaktur sel surya, modul surya, dan panel surya. Siapapun dapat menghubungi perusahaan ini untuk informasi spesifik tentang masalah energi surya terkait. Perusahaan tersebut meliputi SolFocus, Sun Edison, Nano Solar, Sun Power, Sun Light, pertama Solar, Uni-Polar,

Wurtz-Solar, dan Mitsubishi. Informasi teknis yang relevan pada sel surya, modul, dan panel tersedia di situs web mereka untuk memenuhi kekurangan darurat komponen penting.

Hal ini sangat sulit untuk memberikan perkiraan biaya yang tepat untuk pembangkit listrik fotovoltaik. Biaya pembangkit listrik tenaga surya melibatkan biaya modul surya yang terdiri dari beberapa sel surya, Konsentrator surya, Inverter, konfigurasi desain panel, instalasi panel, dan lain-lain perangkat keras mekanik. Laporan baru-baru ini diterbitkan pada sumber tenaga surya menunjukkan bahwa penggunaan komersial kekuatan PV di Amerika Serikat telah meningkat dari 100 ke 500 kW di 1970 untuk 100 MW di 2005.

Harga untuk perumahan listrik tenaga surya diharapkan turun dari \$90 per puncak watt di 1970 untuk \$15 per watt di 1980 untuk \$1,5 per watt di 1990 untuk sekitar 25 sen per watt di 2005. Ahli energi percaya bahwa biaya listrik surya akan datang ke 12 sen per watt pada tahun 2015. Perkiraan biaya ini adalah kontingen pada penyebaran volume tinggi dari biaya rendah, efisiensi tinggi, silikon- tipis-film panel surya dan film tipis galak arsenida sel surya dengan arsitektur desain yang unik. Baik berat dan pengurangan biaya mungkin menggunakan biaya rendah silikon pita dan lembaran.

Selanjutnya, proses manufaktur sel surya yang lebih efisien diperlukan untuk mencapai dua keberatan ini. Efisiensi sel surya yang lebih tinggi dapat diharapkan dari bahan eksotis seperti silikon polycrystal atau bahan berbasis nanoteknologi dengan koefisien penyerapan yang tinggi dan V-Groove multijunction (VGMJ) arsitektur sel. Namun, daya keluaran surya yang lebih tinggi dapat dicapai melalui penggunaan konsentrator optik, yang dapat meningkatkan daya dengan faktor 10 atau 100 tergantung pada intensitas

peningkatan sinar matahari, tetapi dengan mengorbankan biaya yang lebih tinggi.

Komputer berkecepatan tinggi dapat memainkan peran kunci dalam konfigurasi desain dan optimasi sistem daya PV berdasarkan faktor beban, kondisi cuaca, parameter geometris, faktor konsentrasi matahari, dan ketersediaan bahan sel surya dengan kemampuan penyerapan cahaya tinggi. Konfigurasi sistem dikenal sebagai "sizing," yang biasanya mencakup analisis komputer dari situs instalasi lintang, bujur, berarti suhu, dan insolation tahunan, yang mengacu pada jumlah waktu situs ini di bawah sinar matahari atau "in-Sol". Unit pengukuran untuk insolation sama dengan 1,62 mWh/cm². Dipersenjatai dengan deskripsi persyaratan beban daya dan keadaan di sekitar situs surya, komputer dapat menentukan sistem pembangkit tenaga surya yang paling efisien dan komponen terkait seperti jumlah modul surya dan koneksi seri-paralel mereka, pos kompas array dan sudut kemiringan, jumlah baterai yang diperlukan dan koneksi mereka, dan kinerja sistem diproyeksikan secara bulanan.

Komputer dapat mendorong biaya pengadaan untuk piring datar-array surya serendah proses dan bahan akan memungkinkan. Namun, Konsentrator yang dijelaskan di bawah ini dapat mencapai secara optik proses dan bahan apa yang tidak dapat dilakukan untuk pemasangan sel surya yang besar. Beberapa negara telah merangkul berbagai sumber energi non-fosil dengan penekanan utama pada teknologi solar, karena efek rumah kaca dan tingginya biaya energi listrik yang dihasilkan dengan menggunakan bahan bakar fosil seperti minyak, gas, batu bara, dan sumber nuklir. Pembangkit tenaga matahari telah di gigi tinggi sejak 2000. Sejak 2005, Amerika Serikat telah menghasilkan lebih dari 500

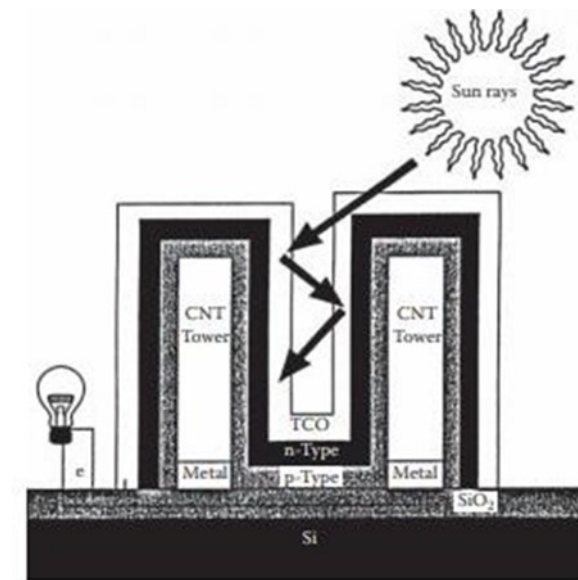
MW, Jepang telah menghasilkan lebih dari 1550 MW dan Spanyol telah menghasilkan lebih dari 65 MW tenaga surya. Daya keluaran surya AS mewakili kurang dari 0,1 persen dari keseluruhan konsumsi energi [6]. Penerimaan cepat oleh negara utama terhambat karena biaya yang lebih tinggi dan efisiensi miskin sel surya dan modul. Singkatnya, efisien memanfaatkan foton, efisiensi sel surya, dan ekonomi konversi ke energi listrik tetap tantangan teknologi.

Menurut ahli energi matahari, sekitar 90 persen dari sistem pembangkit listrik tenaga fotovoltaik sekarang, dan kemungkinan besar ke masa mendatang, akan terus menggunakan silikon untuk fabrikasi sel surya. Bahan ini memiliki banyak kekurangan. Beberapa teknologi lainnya seperti film tipis, plastik, Konsentrator multifungsi, dan bahkan titik kuantum berbasis nanoteknologi memiliki kekuatan dan kelemahan mereka sendiri. Berbagai isu yang berkaitan dengan biaya dan efisiensi sel surya dan modul surya menggunakan bahan organik dan nanoteknologi berbasis seperti titik kuantum, nanokabel, nanocrystals, dan nanotube karbon (cnts) dibahas nanti. Konsep desain sel surya menggunakan CNTs seperti gambar 6.10).

Sumber daya pembangkit listrik tradisional berbasis fosil yang lebih murah dibandingkan dengan sumber daya fotovoltaik pembangkit dan dengan demikian relatif beberapa negara telah memeluk teknologi tenaga surya. Namun, harga bahan bakar yang tinggi, ketidakstabilan politik yang sering terjadi di beberapa daerah penghasil minyak, dan masalah kesehatan dari emisi karbon telah memaksa beberapa negara untuk mencari alternatif, sumber energi yang aman, andal, dan ramah lingkungan. Solar teknologi menawarkan seperti sumber energi alternatif, dan ini perlahan-lahan jatuh tempo teknologi yang siap untuk

mekar di tahun yang akan datang menjadi PV sumber daya listrik yang signifikan.

Penting untuk menunjukkan bahwa untuk mencapai efisiensi maksimum sel surya harus mampu memanen energi matahari melalui fotosintesis dengan memeras energi surya dari setiap photon. Spektroskopi penyerapan transien dapat digunakan untuk mengukur pergerakan protein yang sangat cepat di pusat reaksi dan kemudian mencocokkan gerakan ini dengan bagaimana elektron ditransfer di tengah sel. Protein dalam pusat reaksi dapat memandu elektron dengan benar dalam medium semikonduktor. Berdasarkan teori fotosintesis ini, desain sel surya yang lebih efisien dapat dicapai untuk meningkatkan kinerja sel PV organik dengan memasukkan pelarut polimer, yang memungkinkan sel untuk melakukan di bawah perubahan kondisi matahari.



Gambar 6.10. Konfigurasi desain sel fotovoltaik menggunakan array nanotube karbon yang mampu menyerap foton masuk dari sinar matahari

Berdasarkan fakta ini, para ilmuwan sedang melakukan penelitian agresif dan kegiatan pembangunan di film tipis sel surya organik.

Kebanyakan teknologi PV beroperasi di bawah prinsip umum yang sama. Sebagai contoh, setiap panel surya/solar cell terdiri dari dua bahan semikonduktor (tipe-p dan tipe-n), menciptakan lapisan positif dan negatif. Ketika sebuah foton dari sinar matahari menyerang sel dengan energi yang tepat, elektron yang mengetuk bebas dan gerakan mereka dari satu lapisan yang lain menghasilkan listrik. Teknologi material yang ada mengeksploitasi fenomena ini dengan berbagai tingkat keberhasilan atau efisiensi.

Kinerja silikon sel PV telah meningkat pada tingkat yang lebih cepat. Sepuluh tahun yang lalu, efisiensi terbaik adalah 16 persen, yang sekarang dekat dengan 21 persen. Ini berarti bahwa sekitar seperlima dari sinar matahari memukul sel PV diubah menjadi listrik.

Sel PV menggunakan film tipis galium arsenide telah menunjukkan efisiensi teoritis maksimum dekat dengan 28 persen dan sel PV menggunakan film tipis galium arsenide dengan konfigurasi multijunction telah menunjukkan efisiensi lebih baik dari 30 persen. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa pendekatan yang melibatkan Konsentrator multijunction telah menunjukkan efisiensi konversi lebih baik dari 40 persen (Michael A.Greenwood, 2007), tetapi terlalu mahal untuk digunakan secara luas. Sel PV menggunakan bahan nanoteknologi yang tepat menjanjikan efisiensi teoritis yang melebihi 45 persen, namun implementasi nanoteknologi memerlukan penelitian, pengembangan, dan pengujian yang signifikan untuk menunjukkan efektivitas biaya. Karena biaya sel surya tetap kendala utama, penerimaan instalasi tenaga surya di Amerika

Serikat terlalu lambat seperti yang ditunjukkan oleh data yang ditunjukkan pada Gambar 6.10.

Berdasarkan data 2005, biaya listrik menggunakan sumber energi PV bervariasi dari 23 untuk 25 sen per kilowatt jam atau per unit untuk pelanggan perumahan. Untuk pelanggan komersial, biaya unit adalah antara 16 dan 22 sen. Menurut program inisiatif Solar America, yang diciptakan pada 2006 oleh US Department of Energy untuk mempromosikan penggunaan energi matahari, harga unit akan dipotong oleh lebih dari 50 persen. Tapi biaya per unit untuk kedua pelanggan masih terlalu tinggi. Jika pemasok daya PV dapat menawarkan listrik untuk pelanggan perumahan antara 8 dan 10 sen per kilowatt jam dan untuk pelanggan komersial antara 6 dan 8 sen per kilowatt jam, maka akan ada penerimaan luas teknologi energi surya. Jika hal ini terjadi, maka orang dapat mengharapkan penurunan yang signifikan dalam efek rumah kaca dan ketergantungan pada bahan bakar fosil. Listrik saat ini biaya dari 6 untuk 17 sen per kilowatt jam untuk pelanggan perumahan dan sekitar 5 untuk 15 sen per kilowatt jam untuk pelanggan komersial (Michael A.Greenwood, 2007). Pengurangan biaya sistem PV hanya mungkin melalui peningkatan efisiensi sel surya dan penyebaran bahan yang mampu memberikan kemampuan penyerapan yang lebih tinggi, meningkatkan keandalan, dan tingkat daya output maksimum dengan biaya minimum dan kompleksitas

Studi awal yang dilakukan oleh penulis pada bahan sel surya menunjukkan bahwa sel-sel yang menggunakan film tipis plastik menawarkan biaya terendah (beberapa sen per kilowatt jam), yang akan paling menarik bagi lebih banyak pelanggan yang biaya sensitif. Selain itu, sel plastik jauh lebih ringan, sangat fleksibel, dan kompatibel dengan integrasi

estetika ke dalam rumah dan bahkan mobil. Meskipun semua manfaat ini dari sel surya plastik, sel ini tidak efektif biaya karena efisiensi konversi ultra- rendah mendekati 6 persen, dibandingkan dengan 20 persen untuk sel-film silikon tipis, 28 persen untuk film tipis arsenida galium sel, dan dekat dengan 40 persen untuk Konsentrator multijunction. Efisiensi ultra-rendah sel plastik adalah karena fakta bahwa band penyerapan dalam media plastik sangat sempit, hanya memungkinkan sebagian kecil dari cahaya yang masuk pada permukaan sel. Jika skema konversi frekuensi dapat diintegrasikan ke dalam sistem fotovoltaik mereka, sebagian besar sinar matahari yang masuk dapat diserap, menyebabkan peningkatan yang signifikan dalam efisiensi sel. Dengan kata lain, ilmuwan berpikir bahwa teknik Anil termal dapat digunakan untuk membuat jaringan halus dalam cahaya-menyerap media plastik. Jika efisiensi untuk sel surya plastik dapat ditingkatkan lebih baik dari 16 persen, maka sel surya plastik memiliki potensi besar untuk menjadi layak komersial untuk sistem instalasi fotovoltaik skala massa. Beberapa ilmuwan penelitian berpikir bahwa polimer organik tertentu dengan kesenjangan band kecil dapat menyerap lebih banyak foton, mengarah ke efisiensi konversi yang lebih tinggi. Ilmuwan material merasa bahwa saat ini tidak ada materi seperti itu yang dapat secara bersamaan memenuhi tiga parameter kritis, yaitu, kesenjangan band, kemampuan penyerapan tinggi, dan biaya ultra- rendah. Universitas Stanford penelitian ilmuwan sedang bekerja pada desain dan pengembangan ultra-rendah biaya bahan organik berbasis sel surya.

Para ilmuwan telah bekerja selama lima tahun terakhir pada sel surya menggunakan bahan semikonduktor senyawa ternary seperti Copper-indium- selenide (CIS), copperglassium- selenide (CGS), dan paduan multinasional

mereka tembaga-indium-Gallium-selenide (CIGS). Mereka menemukan bahwa sel surya yang terbuat dari kristal tunggal CIS sangat menjanjikan, tetapi kompleksitas materi muncul bermasalah sejauh membuat film tipis yang bersangkutan. Efisiensi laboratorium terbaik untuk sel CIS hampir 19 persen.

Sel surya dibuat dengan menggunakan film tipis kadmium Telluride (CdTe) tidak menunjukkan efisiensi konversi lebih baik dari 16 persen. Ilmuwan nanoteknologi mengungkapkan bahwa sel surya yang terbuat dari bahan berbasis nanoteknologi seperti nanotube karbon (cnts), titik kuantum, dan nanopartikel dapat memberikan efisiensi konversi teoritis lebih baik dari 45 persen, tetapi mereka menderita biaya fabrikasi tinggi dan proses yang kompleks. Beberapa teknik pengolahan dalam merancang sel surya menggunakan bahan semikonduktor senyawa ternary, bahan organik polimer, dan bahan berbasis nanoteknologi relatif sangat mahal, tetapi tidak ada data yang bermakna pada keandalan dan seumur hidup yang tersedia. Penting untuk menyebutkan bahwa tidak ada sel surya di atas, kecuali sel berbasis silikon, dapat memenuhi masa pakai minimum 20 sampai 25 tahun. Potensi bahan untuk aplikasi sel surya dan sifat kritis mereka akan diringkas nanti dalam bab terpisah.

GLOSARIUM

- Ilmu Irigasi** : Ilmu yang mempelajari tentang cara - cara pemberian air bagi daerah yang kering dan membutuhkan air serta cara - cara pembuangan air lebi (drainase)
- Irigasi** : Suatu sistem pemberian air ke tanah-tanah pertanian guna mencukupi kebutuhan tanaman agar tumbuh dengan baik
- Kolmatase** : Meninggikan tanah yang rendah / rawa dengan pengendapan lumpur yang dikandung oleh air irigasi
- Saluran Primer** : Saluran yang membawa air dari jaringan utama ke saluran sekunder dan ke petak-petak tersier yang akan diairi
- Saluran Sekunder**: Saluran yang membawa air dari saluran primer ke petakpetak tersier yang dilayani oleh saluran sekunder tersebut.
- Saluran Tersier** : Saluran yang membawa air dari bangunan sadap tersier dari jaringan utama ke dalam petak tersier saluran kuarter.
- Irigasi Permukaan** : Mengambil air dari sumber-sumber yang ada, lalu membuat bangunan penangkapnya, kemudian mengalirkannya melalui saluran primer dan sekunder ke petak-petak sawah.
- Irigasi Tambak** : Mengatur tata air dari sumber irigasi yang sudah ada melalui system drainase (menahan dan mengairi padi)
- Irigasi Air Tanah** : Mengambil air tanah kemudian memompa dan mendistribusikannya ke petak-petak sawah.
- Irigasi Pompa** : Diutamakan untuk areal persawahan di dataran tinggi

Irigasi Grafitasi : Irigasi yang memanfaatkan gaya tarik grafitasi untuk mengalirkan air dari sumber setempat yang membutuhkan, pada umumnya irigasi ini dapat digunakan di Indonesia meliputi irigasi genangan liar, irigasi genangan dari saluran, irigasi alur dan gelombang.

Irigasi Bawah Tanah :Irigasi yang pemberian air dibawah permukaan tanah dilakukan menggunakan pipa (tiles) yang dibenamkan kedalam tanah dan penyuplaian air langsung ke daerah akar tanaman yang membutuhkannya melalui aliran air tanah. Dengan demikian, tanaman yang diberi air lewat permukaan tetapi dari bawah permukaan dengan mengatur muka air tanah.

Irigasi Siraman :Pemberian airnya dengan cara penyiraman mencakup oscillating sprinkler dan rotary sprinkler, semuanya juga disebut overhad irrigation karena air diberikan atau disiramkan dari atas seperti air hujan.

Irigasi Tetesan :Pemberian air dengan penyiraman dan irigasi tetes, kedalam air pengairan, dapat ditambahkan pestisida atau pupuk.

Irigasi Pasang Surut :Suatu tipe irigasi yang memanfaatkan pengempangan air sungai akibat peristiwa pasang surut air laut.

Jaringan Irigasi :Saluran bangunan dan bangunan pelengkap yang merupakan satu kesatuan yang diperlukan untuk pengaturan air irigasi yang mencakup penyediaan, pembagian, pemberian, penggunaan dan pembuangan air irigasi

Rotasi Bebas :Cara dan waktu penanaman padi yang tidak teratur, dimana pengaturan pemakaian airnya, dijalankan secara bebas dan liar

Rotasi Teknis :Penanaman dalam sistem giliran yang diatur pemberian airnya secara baik

Banjir rencana :Debit maksimum di sungai atau saluran alamiah dengan periode ulang (rata – rata) yang sudah ditentukan yang dapat dialirkan tanpa membahayakan proyek irigasi dan stabilitas bangunan – bangunannya

Peta ikhtisar : Cara penggambaran berbagai macam bagian dari suatu jaringan irigasi yang saling berhubungan

Daerah studi : Daerah proyek ditambah dengan seluruh daerah aliran sungai (DAS) dan tempat pengambilan air ditambah dengan daerah – daerah lain yang ada hubungannya dengan daerah studi.

Daerah proyek : Daerah dimana pelaksanaan pekerjaan dipertimbangkan dan atau diusulkan dan daerah tersebut akan mengambil manfaat langsung dari proyek tersebut.

Daerah irigasi total/Bruto :Daerah proyek dikurangi dengan perkampungan dan tanah – tanah yang dipakai untuk mendirikan bangunan, daerah yang tidak diairi, jalan utama, rawa – rawa dan daerah – daerah yang tidak akan dikembangkan untuk irigasi di bawah proyek yang bersangkutan.

Daerah irigasi Netto/Bersih :Tanah yang ditanami padi dan ini adalah daerah total yang bisa diairi dengan saluran – saluran irigasi dan pembuang (primer, sekunder, tersier dan kuerter), jalan inspeksi, jalan setapak dan tanggul sawah. Daerah ini dijadikan dasar perhitungan kebutuhan air, panen dan manfaat / keuntungan yang dapat diperoleh dari proyek yang bersangkutan

Daerah potensial : Daerah yang mempunyai kemungkinan baik untuk dikembangkan

Daerah fungsional : Bagian dari daerah potensial yang telah memiliki jaringan irigasi yang dikembangkan. Daerah fungsional luasnya sama atau lebih kecil dari daerah potensial.

Control valve : Bagian penting dari loop control. Banyak orang yang berbicara tentang control valve benar-benar mengacu pada rakitan control valve.

Set Kursi : Prosedur kalibrasi pegas aktuator sehingga dapat menggunakan rentang tekanan untuk menggerakkan valve sepenuhnya ke perjalanan terukurnya

Kapasitas : Besarnya aliran yang melalui valve (C_v atau K_v), di bawah kondisi yang dinyatakan. Arus Izin: Aliran yang terjadi di bawah aliran minimum yang dapat dikontrol dengan bagian penutup tidak sepenuhnya terpasang.

Rentang Tekanan Diafragma : Perbedaan antara nilai tinggi dan rendah dari rentang tekanan pemuatan diafragma

Aktuator Kerja Ganda : Aktuator di mana tenaga pneumatik, hidrolik, atau listrik disuplai di kedua arah. mana tenaga pneumatik, hidrolik, atau listrik disuplai di kedua arah.

Ketidakseimbangan Dinamis : Gaya total yang dihasilkan pada sumbat valve pada posisi terbuka apa pun yang dinyatakan oleh tekanan proses fluida yang bekerja padanya.

Area Efektif : Pada aktuator, bagian diafragma atau daerah piston yang menghasilkan gaya batang

Fail-Closed : Suatu kondisi dimana bagian penutup valve bergerak ke posisi tertutup ketika sumber energi penggerak Fail.

Fail-Open : Suatu kondisi dimana bagian penutup valve bergerak ke posisi terbuka ketika sumber energi penggerak Fail.

Fail-Save : Karakteristik valve dan aktuatoornya, yang pada saat kehilangan suplai energi penggerak, akan menyebabkan bagian penutup valve tertutup penuh, terbuka penuh, atau tetap pada posisi terakhir, posisi mana pun yang ditentukan perlu untuk melindungi proses dan peralatan

Aliran Karakteristik : Hubungan antara aliran melalui valve dan persen perjalanan yang dinilai sebagai yang terakhir bervariasi dari 0 hingga 100%.

Koefisiem Aliran (C_v) : Sebuah konstan terkait dengan geometri valve, untuk perjalanan tertentu, yang dapat digunakan untuk menetapkan kapasitas aliran

Valve Pemulihan Tinggi : Desain valve yang menghilangkan energi aliran aliran yang relatif sedikit karena kontur internal yang ramping dan turbulensi aliran yang minimal.

Rentang Tekanan Diafragma Inheren: Nilai tekanan tinggi dan rendah yang diterapkan pada diafragma untuk menghasilkan steker valve terukur bergerak dengan tekanan atmosfer di badan valve.

Karakteristik Aliran Inheren : Hubungan antara laju aliran dan perjalanan anggota penutup saat dipindahkan dari posisi tertutup ke perjalanan terukur dengan penurunan tekanan konstan melintasi valve.

Rentang Tekanan Diafragma Inheren: Nilai tekanan tinggi dan rendah yang diterapkan pada diafragma untuk menghasilkan perjalanan terukur dengan kondisi yang ditentukan di badan valve.

Valve Pemulihan Rendah :Desain valve yang menghilangkan sejumlah besar energi dibuat oleh kontur jalur aliran.

Karakteristik Aliran Parabola yang Dimodifikasi: Karakteristik aliran yang melekat yang memberikan karakteristik persentase yang sama pada perjalanan anggota penutupan rendah dan kira-kira karakteristik linier untuk bagian atas perjalanan anggota penutupan.

Konstruksi Push-Down-to-Close (PDTC): Konstruksi valve gaya bola dunia di mana bagian penutup terletak di antara aktuator dan cincin tempat duduk, sehingga perpanjangan batang aktuator menggerakkan anggota penutup ke arah cincin tempat duduk, akhirnya menutup valve.

Konstruksi Push-Down-to-Open (PDTO): Sebuah konstruksi valve gaya bola dunia di mana cincin kursi terletak di antara aktuator dan bagian penutup, sehingga perpanjangan batang aktuator menggerakkan bagian penutup dari cincin kursi, membuka valve.

Jangkauan : Rasio terbesar koefisien aliran (C_v atau K_v) ke yang terkecil koefisien aliran (C_v atau K_v) di mana penyimpangan dari aliran yang ditentukan karakteristik tidak melebihi batas yang ditentukan.

Koefisien Aliran Terukur (C_v): Koefisien aliran (C_v) valve pada perjalanan terukur.

Tingkat Musim Semi (KS) : Perubahan gaya per satuan perubahan panjang pegas. Di dalam diafragma, kecepatan pegas biasanya dinyatakan dalam gaya pon per inci kompresi.

Vena kontrakta :Bagian dari aliran aliran dimana kecepatan fluida maksimum dan tekanan statis fluida

dan luas penampang minimum. Dalam control valve, vena contracta biasanya terjadi tepat hilir dari pembatasan fisik yang sebenarnya.

Sistem GSM : Sistem digital saja dan tidak dirancang untuk kompatibel dengan sistem analog yang sudah ada

Sistem Global System for Mobile Communications (GSM) : Sistem radio digital global yang menggunakan teknologi Time Division Multiple Access (TDMA)

Code Division Multiple Access (CDMA) (IS 95) : Sistem selular digital yang menggunakan teknologi akses CDMA

Sistem PDC : Teknologi TDMA dengan antarmuka radio yang sangat mirip dengan IS-136, yang memiliki enam slot waktu dan kecepatan data yang hampir sama, dan arsitektur jaringan inti yang sangat mirip dengan GSM

General Packet Radio Service (GPRS) : Bagian dari spesifikasi GSM yang memungkinkan layanan radio paket pada sistem GSM

Enhanced Data Rates for global Evolution (EDGE) : Versi evolusi dari saluran radio sistem global untuk selular (GSM) yang menggunakan modulasi fase baru dan transmisi paket untuk menyediakan layanan data berkecepatan tinggi tingkat lanjut.

CDMA2000 : Standar 3G yang memungkinkan operator untuk berkembang dari jaringan IS-95 yang ada untuk menawarkan layanan 3G

Evolusi sistem yang ada untuk data dan suara (1xEVDO) : Versi evolusi dari sistem CDMA2000 1xRTT yang dapat digunakan untuk layanan data dan suara

Jenis marker Augmented Reality (AR) : Gambar yang dapat dideteksi oleh kamera dan digunakan dengan perangkat lunak sebagai lokasi untuk sumber daya

virtual yang ditempatkan dalam sebuah scene atau kejadian

Metaio SDK :Salah satu solusi AR lengkap yang berarti bahwa tools tersebut menangani baik pelacakan maupun rendering

Energi matahari :Sumber terbesar energi yang tersedia untuk bumi, menyumbang 5000 kali Total input energi dari semua sumber lain, dan dapat diandalkan dan ramah lingkungan

Sel sampul : Sumber utama untuk perlindungan sel surya

Manajemen termal : Area lain yang memerlukan perbaikan

DAFTAR PUSTAKA

- Acmadi, M. 2013. *Irigasi di Indonesia*. Media Press. Yogyakarta.
- Amarveer Singh dan Jai Pal Singh. 2014. "The influence of socio-economic status of parents and home environment on the study habits and academic achievement of students". *Educational Research* (ISSN: 2141-5161) Vol. 5(9) pp. 348-352, November, 2014. (<http://www.interestjournals.org.com>)
- Amin, D., & Govilkar, S. (2015). Comparative Study of Augmented Reality SDK's. *International Journal on Computational Science & Applications (IJCSA)*.
- Anand Srinivasan, "Kategori Aplikasi Seluler dengan Pertumbuhan Tercepat", 17 Juni 2010, URL: <http://goremors.com/crunchies/fastest-growing-mobile-app-categories/>.
- Anuj Khanna, Laporan Pasar, "Masa depan etalase aplikasi seluler", Wireless Expertise Ltd, 2009
- Ardi. 2013. *Hasil Besar Dari Irigasi Kecil*. Koran Harian Media Indonesia. Jakarta.
- Arnhold, M., Quade, M., & Kirch, W. (2014). Mobile Applications for Diabetics: A Systematic Review and Expert-Based Usability Evaluation Considering the Special Requirements of Diabetes Patients Age 50 Years or Older. *Journal Of Medical Internet Research* , .

- Aurelia, S., Raj, M. D., & Saleh, O. (2014). A Survey on Mobile Augmented Reality Based Interactive Storytelling. *Advances in Information Science and Applications*, 2,.
- Azuma, Ronald T., "A Survey of Augmented Reality", In *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 6, 4 (August 1997).
- Azuma, R., 1997. A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*.
- Azuma, R., Baillot, Y., Behringer R. 2001. Recent Advances in Augmented Reality : *IEEE Computer Graphics and Applications*
- Chinetha, K., Daphney Joann, J., & Shalini, A. (2015). An Evolution of Android Operating System and Its Version. *International Journal of Engineering and Applied Sciences (IJEAS)*.
- Dave Clark, R. Patel, et al. "Laser may bring the solar cell market," *Photonic Spectra*, June 2007, 54–58.
- Departemen PU, Standar Perencanaan Irigasi KP 01, Jaringan Irigasi 39, 2010
- Dick Hackmeister, Western Editor. "Solar cell technology," *Electronic Design* 26 (1977, December 20): 24–28.
- Direktorat Pengelolaan air irigasi.2010. *Pedoman Teknis Pemberdayaan Perkumpulan Petani Pengguna Air*.DPAI Direktorat Jenderal Prasarana Dan Sarana Pertanian Kementrian Pertanian. Jakarta.
- Dumairy.1992. *Mengatur Air Terus Mengalir*.Koran harian media Indonesia. Jakarta.
- Eko, Rusdianto. 2013.Perlu Sistem Irigasi yang Layak. *Majalah GATRA*. Bandung.
- Editor. "Photovoltaic cell advances—but slowly,"*Electronic Design* 26 (1977, December 20): 24–28.
- Eric slivka ,2010 Mobile application and its global impact
- iPad",Jumat April- 02, 2010, 11:16 EST, http://www.macrumors.com/2010/04/02/flurry-22-https://www.researchgate.net/publication/308022297_Mobile_application_and_its_global_impact
- Gary Conley. "Concentrated efforts," *SPIE Professional*, October 2007, 19–20.
- Greg Milner. New York, NY: Norton, 2016. xx and 316 pp., illustrations,
- Ghouaiel, N., Cieutat, J.-M., & Jessel, J.-P. (2013). *Mobile Augmented Reality to Discover New Environments* . arXiv.
- notes, index. \$27.95 cloth (ISBN 978-0-393-08912-7). *Pinpoint: How GPS Is Changing Technology, Culture, and Our Minds*
- Gordon, R.1993. *A Diagnostic Approach to Organizational Behavior*. Allyn and Bacon. Boston.

Hansen, V. E. et al., 1986. Dasar-dasar dan Praktek Irigasi. Jakarta : Erlangga

Harrison, R., Flood, D., & Duce, D. (2013). Usability of mobile applications: literature review and rationale for a new usability model. Journal of Interaction Science

Herliyani. 2012. *Identifikasi Saluran Primer Dan Sekunder Daerah Irigasi Kunyit Kabupaten Kholid*, M. 2009. *Krisis Air Indonesia*. Grafindo Media Utama. Yogyakarta.

<http://id.wikipedia.org/wiki/Mobile> / 8 Oktober 2012

International Telecommunications Union, "DUNIA DI 2009: FAKTA DAN ANGKA ICT", Okt 2009.

Ir.Widjatmoko & Ir.Imam Soewardi,Dipl.H.E" Irigasi" Badan Penerbit Unviersitas Diponegoro" Semarang 2001.

Jadhav, J., Pratiksha, S., & Sunita, G. (2016). Map Application Using Augmented Reality Technology for Smart Phones. International Journal of Science and Engineering Applications .

J.S. Moon, D.S. Kim, et al. "New method for patterning the real passivation layers of high- efficiencysolarcell," Journal of MaterialsScience: Materials in Electronics 12 (2001): 605-607.

Krevelen & Poelman, 2010 A Survey of Augmented Reality Technologies, Applications and Limitations

Lima, J. P., Simões, F., Figueiredo, L., & Kelner, J. (2010). Model Based Markerless 3D Tracking applied to

Augmented Reality. SBC Journal on 3D Interactive Systems.

Ma, L., Gu, L., & Wang, J. (2014). Research and Development of Mobile Application for Android Platform. International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering.

Michael A. Greenwood, News Editor. Solar technology: Seeking its day in the sun," Photonic Spectra, July 2007, 42-50.

Milgram, Paul., Kishino, Fumio., 1994, Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum, Japan: ATR Communication Systems Research Laboratories

Mobile applications: architecture, design, and development, 2004, 340 pages, Valentino Lee, Heather Schneider, Robbie Schell, 0131172638, 9780131172630, Pearson Education, 2004

Notohadiprawiro, T. 1992. *Sawah Dalam Tata Guna Lahan*. Fakultas Pertanian UPN. Yogyakarta.

Narmatha, M., & KrishnaKumar, S. V. (2016). Study on Android Operating System And Its Versions. International Journal of Scientific Engineering and Applied Science (IJSEAS).

Nivedha, S., & Hemalatha, S. (2015). A Survey on Augmented Reality. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET).

Open Handset Alliance (OHA) (Conti, 2008).

Pendit, U. C., Zaibon, S. B., & Bakar, J. A. (2014). Mobile Augmented Reality for Enjoyable Informal Learning in Cultural Heritage Site. *International Journal of Computer Applications* .

Perusahaan Nielsen, "The State Of Mobile Apps", dirilis pada September 2010

Racmad, Nur. 2009. *Irigasi Dan Tata Guna Lahan*. PT Gramedia. Jakarta.

Rattanarungrot, S., White, M., Patoli, Z., & Pascu, T. (2014). The Application of Augmented Reality for Reanimating Cultural Heritage. *Proceedings of the 6th*

Reuterdaahl, H. (2014). Mobile Marker-based Augmented Reality as an Intuitive Instruction Manual. Stockholm: KTH Technology and Health.

Sandra Upson. "Google corporate rooftops are the latest frontiers in solar cell energy generation," *IEEE Spectrum*, October 2007, 25- 28.

Sarah Perez, "Pasar Aplikasi Seluler: \$17,5 Miliar pada 2012", 17 Maret 2010 6:59AM, http://www.readwriteweb.com/archives/mobile_app_marketplace_175_billion_by_2012.php

S.M. Ramey and R. Khole. "Modeling of multiple- quantum well solar cells including capture, escape, and recombination of photoexcited carriers in quantum-wells," *IEEE Transactions on Electron Devices* 50, No. 5

(2003): 1181-1187.

Siegler, M. G. (2008). "Analyst: There's a great future in iPhone Apps". *Venture Beat*. (Diunduh dari <http://venturebeat.com/2008/06/11/analyst-theresa-great-futurein-iphone-apps/>. 11.09.2015.).

Sudjarwadi. 1990. *Teori dan Praktek Irigasi*. Jurusan Ilmu Teknik UGM. Yogyakarta.

Supadmo Arif, Sigit. 2003. *Modernisasi Irigasi, Pembaharuan Kebijakan Pengelolaan Irigasi (PKPI) dan Kebutuhan Riset Tentang Irigasi di Masa Depan*. Jakarta, 12 Agustus 2003.

Survei IBM: Profesional TI Memprediksi Teknologi Seluler dan Cloud Akan Mendominasi Komputasi Perusahaan Pada 2015, Diposting 17 Oktober 2010, URL: <http://www.fiercemobilecontent.com/press-releases/ibm-survey-it-professionals-predict-mobile-dan-teknologi-awan-akan-mendominasi-masuk>.

Suyana. 1999. *Evaluasi Sumbangan Hara dan Kualitas Air dari Irigasi Bengawan Solo*. Lembaga Penelitian Universitas Negeri Sebelas Maret. Surakarta.

Turban, E. (2012). *Electronic Commerce 2012: A Managerial and Social Network Perspective*, London: Pearson Education.

Uddin, P., Islam, Z., & Nadim. (2013). GPS-based Location Tracking System via Android Device. *International Journal of Research in Computer Engineering and Electronics*.

Priya, N., Hemavathi, M., Mohanram, S., & Rajeshkumar, N. (2016). Trajectory of End User Geographical Location Using LBS Systems. *International Journal of Advanced Research in Electronics and Communication Engineering (IJARECE)*.

Wang, H., Liao, C., & Yang, L. (2013). What Affects Mobile Application Use? The Roles of Consumption Values. *International Journal of Marketing Studies*.

Wagner, D., Schmalstieg, D., & Bischof, H. (2009). Multiple target detection and tracking with guaranteed framerates on mobile phones. *International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)*. 8, pp. 57-64. Orlando: IEEE Computer Society

Wirawan. 1991. *Pengembangan dan Pemanfaatan Lahan Sawah Irigasi*. Hal 141- 167. dalam E. Pasandaran (edt). *Irigasi di Indonesia Strategi dan Pengembangan*. LP3ES. Jakarta.

Ying-Ying Liu, J. Li, +2 authors Jin Yang, Published 2012, A series of 1D, 2D and 3D coordination polymers based on a 5-(benzonic-4 ylmethoxy) isophthalic acid: syntheses, structures and photoluminescence.

Yuen, S. C. Y., Yaoyuneyong, G., & Johnson, E. (2011). Augmented Reality: An Overview and Five Directions for AR in Education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*.

INDEKS

A

Access Communication System
Applications
aplikasi mobile
Augmented Reality
Aktuator
Android Runtime
Application Framework

C

Code Division
command area
constructing
Controler
control valve

D

Dalvik Virtual Machine
Downstream

E

Elbow
Enhanced Data Rates
Enjin Dalvik Virtual
Eksploitasi
Emitter
Evapotranspirasi

F

Fisher
Fail-Closed

Fail-Open
Fail-Save linier
Flooding
Furrowing
Fitting

G

Gravitational Irrigation
Gaussian Minimum Shift Keying

General Packet Radio Service
Global Positioning System

H

Handset
Header
Network
Handover
Head loss
Handoff
Handset Alliance
Headworks

L

Linux kernel
Location Based Services

N

Nordic Mobile Telephone
Narrowband Advanced

P

Packet Based Cellular
Planning dan design
Push-Down-to-Close
Push-Down-to-Open
Public Switched Telephone Network
Platform mobile

I

Implementer
Integrated Dispatch Enhanced

M

Middleware Loop control
Mobile
Motorola Integrated Radio system
Multi-mode
Multiple Access
Mobile commerce
Mobile Phone Service
Mobile Communications
Melchior
Moratorium

O

Oscillating sprinkler
Off take
Open source
Operating system

R

River run-off
Rotary sprinkler
Reducer

Pre-emptive multitasking

S

Sub Surface Irrigation
Sprinkler Irrigation
Sub Surface Irrigation
Sprinkler Irrigation
substance tracing method
suplementer
Access
snubber
Sliding-stemvalves
start- up
Sistem Global System
steker valve
smartphone
Sistem Mobile Augmented
Software Stack
Sistem Operasi Android
Software Development Kit

U

Upstream

W

water management
water resources
Wireless Expertise

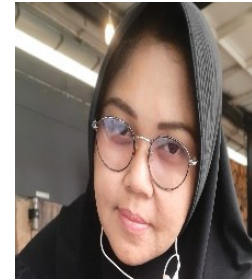
T

Trickler Irrigation
Trimpart internal
Terminologi Control Proses
Transduser
Tee
Teknologi Time Division Multiple

V

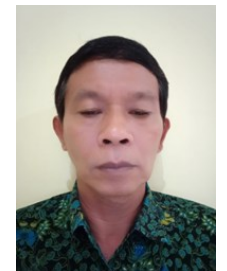
valve vena contracta
Vena kontrakta
valve globe
Valve Fisher

TENTANG PENULIS



Yunita Pane, ST., M.Si, Penulis lahir di Medan pada tanggal 10 Desember 1977, Penulis menyelesaikan pendidikannya Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Medan (ITM) tahun 2002, Selanjutnya pada tahun 2003 penulis melanjutkan pendidikan di Program Pasca Sarjana (S2) di Pengelolaan Sumber Alam Dan Lingkungan (PSL) di Universitas Sumatera Utara (USU). Saat ini penulis merupakan Dosen tetap di Program Studi Teknik Sipil di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) dan telah menghasilkan beberapa hasil penelitiannya di bidang Daerah Aliran Sungai dan Irigasi serta bangunan air. Sejak tahun 2003 penulis mengajar berbagai mata kuliah seperti Hidrolika, DAS, Bangunan Air, Irigasi. Saat ini penulis melanjutkan kuliah S3 nya di University Malaysia Perlis (UniMAP) jurusan Civil Engineering.

Ir.Suhelmi., MM, Penulis lahir di Medan pada tanggal 13 November 1959, Penulis merupakan Wakil Ketua Sekolah Tinggi Teknologi Immanuel Medan. Sehari - hari penulis mengajar mata kuliah Teknik Instalasi Listrik, Sistem Distribusi Tenaga Listrik, Gardu Induk, selain dosen penulis memiliki pengalaman di bidang Pelatihan, Seminar dan Workshop seperti di PTKI dan UPMI. Penulis menyelesaikan pendidikan (S1) di Institut Teknologi Medan (ITM) jurusan



Teknik Elektro pada tahun 1991 dan menyelesaikan pendidikan pada program Pascasarjana di Universitas Muhammadiyah Jakarta jurusan Manajemen. Penulis telah banyak mempublikasikan hasil penelitian baik di jurnal Nasional maupun International dengan bidang kajian ketenaga listrikan.



Antonius Managam Simamora, ST., MT, Penulis lahir di Lintong Nihuta Kabupaten Humbang Hasundutan Sumatera Utara pada tanggal 24 Desember 1967, Penulis merupakan Dosen Tetap Jurusan Teknik Elektro Institut Sains dan Teknologi TD Pardede Medan. Sehari – hari penulis mengajar mata kuliah Elektronika Telekomunikasi, Kapita Selekt Telekomunikasi Sistem Kontrol, Konversi Energi, Pemodelan dan Simulasi, dan Sistem Digital. Selain dosen penulis memiliki pengalaman di bidang Pelatihan, Seminar dan Workshop seperti di Lembaga Teknik Katolik Don Bosco dan Lembaga Pelatihan Kerja(LPK) Immanuel Medan. Penulis menyelesaikan pendidikan (S1) di Institut Sains dan Teknologi TD Pardede (ISTP) jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Elektronika Telekomunikasi pada tahun 2002 dan menyelesaikan pendidikan pada program Pascasarjana di Institut Sains dan Teknologi Nasional(ISTN) Jakarta jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Teknik Tenaga Listrik. Penulis telah banyak mempublikasikan hasil penelitian dan Pengabdian di jurnal Nasional dengan bidang kajian ketenaga listrikan , Sistem Telekomunikasi , dan Energi Terbarukan.

Dr. Desi Sri Pasca Sari. Sembiring, SP ,M.Si, Penulis Lahir di Bogor pada Tanggal 20 Desember 1977, penulis menyelesaikan pendidikannya di Jurusan Hama Penyakit Tanaman Pertanian Universitas Sumatera Utara (USU) Tahun 2002, Pada tahun 2002 melanjutkan pendidikan di Program Studi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan (PSL) di Universitas Sumatera Utara. Selanjutnya tahun 2009 melanjutkan pendidikan Doktoral di Pasca Sarjana USU program Studi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan dan menyelesaikan study pada tahun 2016. Penulis Adalah Dosen LLDIKTI wilayah XIII Aceh Dpk Universitas Sains Cut Nyak Dhien Langsa. Penulis saat ini menjabat sebagai Rektor Unversitas Sains Cut Nyak Dhien .



Lahan sawah irigasi saat ini sangat banyak sekali yang masih menggunakan pintu irigasi secara manual dan banyak sekali yang sudah tidak berfungsi dan juga ada yang tidak menggunakan pintu irigasi. Dalam proses aliran air irigasi di persawahan sebaiknya sudah menggunakan pintu irigasi yang secara otomatis dengan menggunakan sumber energi listrik dari Solar Cell difasilitasi dengan mobile sistem untuk pengendalian air guna mengaliri air kesawah petani yang lokasi persawahannya luas . Dengan adanya lahan irigasi control valve ini, maka petani akan bias bertanam padi dengan hasil tiga atau empat kali dalam satu tahun tentunya produksi petani akan meningkat drastis. Bila lahan pasang surut peralatan irigasi dapat difungsikan dengan teknis tertentu, dan akan meningkatkan luas lokasi persawahan irigasi.

Dalam kondisi krisis energi sekarang ini semua berlomba untuk mencari dan memanfaatkan sumber energi alternatif untuk menjaga keamanan ketersediaan sumber energinya. Buku ini sangat mendukung untuk melakukan perancangan irigasi otomatis guna pemberian air yang optimal dilengkapi dengan materi sistem control otomatis. Sistem control otomatis berfungsi untuk menjaga permukaan air lahan sawah pada level tertentu sesuai kebutuhan tanaman untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi penggunaan air irigasi pada lahan persawahan. Sistem control otomatis dapat dibangun dengan memanfaatkan teknologi digital, dengan sumber Energi Solar Cell yang dikendalikan oleh mobile system. Mobile system dapat mengendalikan lahan irigasi untuk membuka dan menutup laju air irigasi walaupun dengan jarak jauh juga berfungsi sebagai system kendali otomatis untuk menggerakkan system aktuasi tinggi permukaan air di lahan sawah yang dideteksi oleh sensor. Sistem irigasi otomatis dengan sumber energi surya yang difasilitasi dengan control valve dapat dibangun dengan menggunakan panel surya, handphone, control valve dapat beroperasi 24 jam tanpa pengawasan oleh operator.

Dengan menggunakan menggunakan irigasi otomatis, maka petani akan bisa bertanam padi tiga atau empat kali dalam setahun, tentu produksi akan bertambah. Bila lahan tadah hujan pada waktu pasang surut dibuat lahan irigasi dengan teknis tentu, akan meningkatkan luas lahan persawahan irigasi. Oleh karena itu dengan hadirnya buku ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi semua kalangan dan dapat merubah perspektif para pembaca yang ingin menggeluti penggunaan control valve pada irigasi persawahan.



Jl. Kapten Mukhtar Basri No. 3
Medan, Sumatera Utara
Website: <http://umsupress.umsu.ac.id/>
Email: umsupress@umsu.ac.id

